

**Evaluación de sustratos, para la germinación y desarrollo vegetativo de las especies
(*Theobroma cacao L*), (*Cedrela odorata L*) y (*Clathrotropis brunnea A*), en el municipio de
Girón Santander.**

Sneyder Moreno Ardila

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – Unad

Escuela de ciencias agrícolas pecuaria y del medio ambiente – Ecapma

Programa de Agronomía

Bucaramanga

2020

Evaluación de sustratos, para la germinación y desarrollo vegetativo de las especies (*Theobroma cacao L*), (*Cedrela odorata L*) y (*Clathrotropis brunnea A*), en el municipio de Girón Santander.

Sneyder Moreno Ardila

Proyecto de investigación para optar el título de Profesional Agrónomo

Director

Ing. Oscar Said Mansilla Sosa

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – Unad

Escuela de ciencias agrícolas pecuaria y del medio ambiente – Ecapma

Programa de Agronomía

Bucaramanga

2020

Página de Aceptación

Oscar Said Mansilla Sosa

Director Trabajo de Grado

Edgar Manuel Villamizar Paredes

Jurado

Jurado

Bucaramanga -2020

Dedicatoria

En especial a mis padres Pedro Pablo Moreno Porras y Enriqueta Ardila Pimentel quienes son mi gran motivación en la vida y que por su apoyo incondicional he podido alcanzar cada una de las metas propuestas en este proceso académico.

A Yeny Paola Tole Vanegas quien me brindó su apoyo y fortaleza especial desde el inicio de la carrera profesional, ayudándome a superar los impedimentos que se me presentaban durante este proceso.

También dedico esta tesis a todos aquellos que de una u otra manera fueron partícipes en el acompañamiento, asesoría y motivación para lograr avanzar en cada una de las etapas de este proyecto.

Agradecimientos

Inicio este apartado ofreciendo mis más sinceros agradecimientos a Dios único, soberano y creador del universo, que me dio el maravilloso regalo de la vida y el privilegio de alcanzar los objetivos propuestos en esta etapa académica.

A la Universidad Abierta y distancia UNAD y a todos sus tutores que me orientaron y brindaron ese acompañamiento y apoyo profesional permanente para que, de manera forjada, pudiese alcanzar los objetivos académicos.

En especial al Ing. William Ricardo Díaz Santamaria por su orientación precisa en los procesos de formación y estructuración inicial de esta tesis, así mismo al Ing. Oscar Said Mansilla por su valioso apoyo y su aporte de su experiencia como profesional en la orientación para la culminación de este proyecto, ampliando así conocimientos que me permitieron tener experiencias que se serán vitales para servir a otros en el uso de la profesión.

Además, agradezco a Isagen y Cabildo verde de Sabana de Torres que, por medio de la Ing. Diana Caballero y el Biólogo Ariel Dueñas, me brindaron información valiosa y permitieron el uso de sus instalaciones para llevar a cabo el estudio. Como así mismo a la Ing. forestal Doris Duarte quien fue pionera en la idea de proyecto, como también su aporte en la orientación profesional y concreta en el anteproyecto durante el proceso laboral llevado en el año 2018 - 2019 en el vivero el Edén.

Y por último brindo sinceros y apreciados agradecimientos a Andrés Rueda Quecho, coordinador del proyecto de monitoreo agroclimático en la zona de influencia el embalse Topocoro por medio de la Fundación Natura, quien fue facilitador de información valiosa para el proceso de investigación y además la asesoría personal del proceso estadístico de los datos recolectados en la evaluación.

Tabla de contenido

Resumen.....	16
Introducción	20
Planteamiento del problema.....	22
Justificación.....	24
Objetivos	28
Objetivo general	28
Objetivos específicos	28
Marco teórico	29
Glosario	29
Generalidades de los sustratos	31
Definición de sustrato	31
Componentes para sustratos.....	31
Suelo o tierra	32
Clasificación horizontes del Suelo	32
Cascarilla de arroz.....	34
Componentes a base de estiércol animal.....	34
Estiércol de Bovino compostado.....	35
Gallinaza	35

Botánica y ecología de cedro (<i>Cedrela odorata L</i>).....	36
Descripción botánica.....	36
Distribución y hábitat.....	36
Aptitudes y usos	37
Producción en vivero.....	37
Botánica y ecología de sapan (<i>Clathrotropis brunnea A</i>).....	38
Descripción botánica.....	38
Distribución y hábitat.....	39
Actitudes y usos	39
Producción en vivero.....	39
Botánica y ecología de cacao (<i>Theobroma cacao L</i>)	40
Taxonomía.....	40
Generalidades	40
Descripción Botánica	41
Hábitat y climatología	41
Clima	42
Producción en vivero.....	42
Metodología	44
Tipo de investigación	44
Línea de investigación.....	44

Etapa de planeación.....	45
Ubicación y Caracterización ecosistémica.....	45
Área de estudio.....	46
Zona de vida.....	48
Componente hídrico.....	49
Componente climático	49
Componente Suelo	52
Componente flora y fauna.....	52
Componente socioeconómico	56
Diagnóstico: Bibliografía y de campo.....	58
Recurso bibliográfico	58
Diagnóstico de campo	59
Identificación de las variables y determinación de unidades muestrales	61
Diseño Experimental.....	65
Variables independientes	66
Variables dependientes.....	67
Determinación del método del análisis de varianza.....	67
Diseño de formatos para evaluación de seguimiento.....	67
Seguimiento fenológico reproductivo de los árboles semilleros	68
Diseño del vivero	70

Formulación de los sustratos	72
Propiedades físico químicas de la Gallinaza y el Estiércol vacuno	74
Propiedades físico químicas de la Cascarilla de arroz	74
Propiedades físico químicas aproximadas del suelo utilizado en el experimento	75
Tratamientos.....	77
Hipótesis de los tratamientos	77
Etapa de implementación	79
Recolección de semillas de las especies estudiadas	79
Implementación del diseño experimental (Preparación de sustratos, llenado de bolsas y su identificación.	84
Tratamiento pregerminativo de las semillas	89
Tratamiento pregerminativo en cedro	89
Tratamiento pregerminativo en Sapan	89
Tratamiento pregerminativo en Cacao	90
Siembra de las semillas	91
Siembra de semillas de Cacao.....	91
Siembra semillas de Cedro.....	92
Siembra semillas de Sapan.....	93
Seguimiento del diseño experimental	93
Manejo agronómico y control fitosanitario.....	94

	10
Riego	94
Manejo de Arvenses	95
Manejo de plagas y enfermedades	96
Plan de prevención	97
Plan de control.....	97
Toma de datos y registro climático	98
Etapas de análisis y discusión	101
Recopilación de los datos.....	101
Herramienta para análisis estadístico	101
Análisis y discusión	102
Resultados de la especie Cacao (<i>T. cacao L</i>) variedad IMC67	103
Análisis en germinación y supervivencia.....	103
Comportamiento germinativo de las semillas respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos.....	106
Análisis en la influencia de los sustratos en el crecimiento u desarrollo de la planta	107
Altura.....	107
Diámetro.....	110
Numero de hojas	112
Resultado de la especie Cedro (<i>C. odorata L</i>)	115

Análisis en germinación y supervivencia final	115
Análisis en la influencia de los sustratos en el crecimiento u desarrollo de las plantas	119
Altura.....	119
Diámetro.....	122
Numero de hojas	124
Resultados de la especie Sapan (<i>C. brunnea</i> A).....	127
Análisis en germinación y supervivencia final	127
Comportamiento germinativo de las semillas respecto al tiempo.....	128
Análisis en la influencia de los sustratos en el crecimiento u desarrollo de la planta	130
Altura.....	130
Diámetro.....	133
Numero de hojas	136
Conclusiones	139
Recomendaciones.....	142
Referencias Bibliográficas	143

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Definición Precisa de las Características de los Horizontes Dominantes del Suelo</i>	32
Tabla 2 <i>Veredas que Conforman el Área de Influencia de la Represa Topocoro.</i>	47
Tabla 3 <i>Lista de Especies Forestales Destacadas en la Zona.</i>	53
Tabla 4 <i>Lista Especies de Fauna Silvestre (Mamíferos)</i>	53
Tabla 5 <i>Lista Especies de Fauna Silvestre (Aves)</i>	54
Tabla 6 <i>Lista de Especies de Fauna Silvestre (Reptiles)</i>	55
Tabla 7 <i>Lista de Especies de Fauna Silvestre (Anfibios)</i>	55
Tabla 8 <i>Cultivos Agrícolas Representativos de Girón - Santander</i>	57
Tabla 9 <i>Especies Seleccionas Para el Seguimiento Fenológico y Recolección de Semillas</i>	61
Tabla 10 <i>Características Propias de la Semilla de Cedro rojo Cedrela odorata L</i>	62
Tabla 11 <i>Características Propias de la Semilla de Sapan Clathrotropis brunnea A</i>	63
Tabla 12 <i>Características Propias de la Semilla de Cacao Teobroma cacao L Variedad IMC67</i>	63
Tabla 13 <i>Periodo Fenológico Reproductivo de las Especies Cedro (C. odorata L) y Sapan (C. brunnea A)</i>	69
Tabla 14 <i>Composición Química de los Componentes Orgánicos Gallinaza y Estiércol Vacuno.</i>	74
Tabla 15 <i>Composición Química de la Cascarilla de Arroz</i>	74
Tabla 16 <i>Características Físico Químicas de los Suelos de la Zona</i>	75
Tabla 17 <i>Recolección y Manejo de Semillas en la Especie C. odorata L</i>	80
Tabla 18 <i>Recolección y Manejo de Semillas en la Especie C. brunnea</i>	81
Tabla 19 <i>Recolección y Manejo de Semillas en la Especie Theobroma cacao L</i>	83

Tabla 20 <i>Descripción de Tratamientos y Proporciones</i>	84
Tabla 21 <i>Plagas y Enfermedades del T. cacao L, C. brunnea A y C. odorata L en Etapa de Vivero</i>	96
Tabla 22 <i>Registro Climático Durante el Periodo Evaluativo</i>	100

Lista de graficas

Gráfica 1 <i>Variabilidad Climática Sobre la Temperatura Mensual Durante el 2018</i>	50
Gráfica 2 <i>Variabilidad Climática Sobre la Precipitación Mensual Durante el 2018</i>	51
Gráfica 3 <i>Variabilidad Climática Sobre la Humedad Mensual Durante el 2018</i>	51
Gráfica 4 <i>Distribución de Actividades Económicas de Girón Santander</i>	56
Gráfica 5 <i>Germinación General de las Semillas de Cacao, Cedro Y Sapan Respecto al Tiempo</i>	102
Gráfica 6 <i>Comportamiento de Germinación y Supervivencia en T. cacao L</i>	104
Gráfica 7 <i>Serie de Graficas Sobre el Comportamiento de la Germinación de las Semillas Respecto al Tiempo T. cacao en los Cinco Tratamientos</i>	106
Gráfica 8 <i>Boxplot - Resultado Final de las Alturas en Cada uno de los 5 Tratamientos en Cacao</i>	108
Gráfica 9 <i>Boxplot, Resultado Final del Diámetro en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Cacao</i>	110
Gráfica 10 <i>Boxplot, Resultado Final del Número de Hojas en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Cacao</i>	112
Gráfica 11 <i>Comportamiento en Germinación y Supervivencia de C. odorata L</i>	116

Gráfica 12 <i>Serie de Graficas Sobre el Comportamiento de Germinación con Respecto al Tiempo de C. odorata L en los Diferentes Tratamientos.....</i>	118
Gráfica 13 <i>Boxplot, Resultado Final de las Alturas en Cada uno de los 5 Tratamientos en Cedro.....</i>	119
Gráfica 14 <i>Boxplot, Resultado Final del Diámetro en Cada uno de los 5 Tratamientos en Cedro</i>	122
Gráfica 15 <i>Boxplot, Resultado Final del Número de Hojas en Cada uno de los 5 Tratamientos en Cedro.....</i>	124
Gráfica 16 <i>Comportamiento de Germinación y Supervivencia en la Especie C. brunnea A</i>	127
Gráfica 17 <i>Serie de Graficas Sobre el Comportamiento Germinativo de las Semillas Respecto al Tiempo de C. brunnea A en los Diferentes Tratamientos.....</i>	129
Gráfica 18 <i>Boxplot, Resultado Final de las Alturas en Cada uno de los 5 Tratamientos en Sapan.....</i>	131
Gráfica 19 <i>Boxplot, Resultado Final del Diámetro en Cada uno de los 5 Tratamientos en Sapan</i>	133
Gráfica 20 <i>Boxplot, Resultado Final del Número de Hojas en Cada uno de los 5 Tratamientos en SapanI.....</i>	136

Lista de figuras

Figura 1 <i>Esquema diseño experimental.....</i>	66
Figura 2 <i>Formato de tabla para evaluación y seguimiento de las especies arbóreas de estudio.....</i>	68

<i>Figura 3 Modelo distributivo del diseño experimental</i>	<i>88</i>
---	-----------

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Altura Especie Cacao</i>	<i>109</i>
Ilustración 2 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Diámetro Especie Cacao.....</i>	<i>111</i>
Ilustración 3 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Número de Hojas Especie Cacao</i>	<i>114</i>
Ilustración 4 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Altura Especie Cedro</i>	<i>121</i>
Ilustración 5 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Diámetro Especie Cedro</i>	<i>123</i>
Ilustración 6 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Número de Hojas Especie Cedro</i>	<i>125</i>
Ilustración 7 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Altura Especie Sapan</i>	<i>132</i>
Ilustración 8 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Diámetro Especie Sapan</i>	<i>134</i>
Ilustración 9 <i>Salidas Estadísticas – Resultado Final Número de Hojas Especie Sapan</i>	<i>137</i>

Lista de Mapas

Mapa 1 <i>Mapa Político de Girón Santander.....</i>	<i>46</i>
Mapa 2 <i>Ubicación Área de Estudio</i>	<i>48</i>
Mapa 3 <i>Ubicación Geográficas de Árboles de Interés Potenciales Semilleros.</i>	<i>58</i>
Mapa 4 <i>Ubicación del Vivero el Edén</i>	<i>71</i>

Resumen

La presente investigación ejecutó la evaluación de diferentes tipos de sustratos, para germinación y desarrollo vegetativo de Cacao (*Theobroma cacao L.*), Cedro (*Cedrela odorata L.*) y Sapan (*Clathrotropis brunnea* Amshoff), producidas en el vivero El Edén ubicado en la zona de influencia de la represa Hidrosogamoso (Topocoro) en Girón, Santander.

Previamente a la evaluación se realizó actividades de reconocimiento, ubicación y seguimiento fenológico reproductivo de los árboles forestales semilleros (*C. odorata L* y *C. brunnea A*) en la zona de influencia del embalse, para posterior recolección de semillas, mientras las semillas de (*T. cacao L*- IMC67) se obtienen de árboles padres en la parcela del vivero La Granja en el casco urbano del municipio de San Vicente de Chucurí.

Se formalizó un diseño experimental completamente al azar, trabajando 5 tratamientos con diferentes sustratos y 25 repeticiones para cada tratamiento, aplicado para cada especie. Como componentes de los sustratos se emplearon: Suelo "horizonte A", Cascarilla de arroz, Gallinaza compostada y Estiércol bovino. Se evaluaron el porcentaje de germinación, porcentaje de supervivencia, número de hojas, altura y diámetro; los registros se tomaron durante 90 días, tiempo estimado en que las plántulas estuvieron listas para su trasplante a campo. Los datos obtenidos se procesaron por medio de análisis de varianza (ANOVA) en el programa (Rwizard) para medir las diferencias significativas y determinación sobre la mejor opción de sustrato para producir estas especies de importancia para la región.

Este trabajo tiene como finalidad de dar a conocer a los agricultores la mejor opción de sustrato con componentes orgánicos que la zona brinda, para emplearlos en los procesos de germinación de semillas y desarrollo de las plántulas en vivero, siendo puente de impulso al uso

de estas alternativas de producción y mejora en la calidad de sus proyectos productivos con mesura al medio ambiente alcanzando igualdad social, económica y sustentabilidad ambiental en todo proceso.

En la especie *T. cacao* L los resultados mostraron que los tratamientos T2 y T3 fueron significativamente mejores en términos de desarrollo vegetativo; mientras en la especie *C. odorata* L los tratamientos que evidenciaron un mejor comportamiento en el desarrollo vegetativo fueron los T4 y T5 y por último en la especie *C. brunnea* A evidencio un desarrollo vegetativo similar en todos los tratamientos evaluados, sin diferencias estadísticas significativas.

Palabras clave: Cedro, Cacao, Sapan, Sustratos, Germinación y Desarrollo vegetativo.

Abstract

The present investigation carried out the evaluation of different soils as substrates, for germination and vegetative development of Cacao (*Theobroma cacao L.*), Cedro (*Cedrela odorata L.*) and Sapan (*Clathrotropis brunnea Amshoff*), produced in the El Edén nursery located in the area of influence of the Hidrosogamoso (Topocoro) dam in Girón, Santander.

Prior to the evaluation, activities of reconnaissance, location and reproductive phenological monitoring of the seed forest trees (*C. odorata L* and *C. brunnea A*) were carried out in the area of influence of the reservoir, for subsequent seed collection, while the seeds of (*T. cocoa L*- IMC67) are obtained from parent trees in the La Granja nursery plot in the urban area of the municipality of San Vicente de Chucurí.

A completely randomized experimental design was formalized, working 5 treatments with different substrates and 25 repetitions for each treatment, applied for each species. The following were used as components of the substrates: "horizonte A" soil, rice husk, composted chicken manure and composted bovine. The germination percentage, survival percentage, number of leaves, height and diameter were evaluated, the records were taken for 90 days, the estimated time when the seedlings were ready for transplantation in the field. The data obtained was processed by means of analysis of variance (ANOVA) in the program (Rwizard) to measure the significant differences and determination of the best substrate option to produce these species of importance for the region.

The purpose of this work is to inform farmers of the best option of substrate with organic components that the area provides, to be used in the processes of seed germination and seedling development in the nursery, being a driving bridge to the use of these production alternatives and

improvement in the quality of their productive projects with a measure of the environment, achieving social, economic equality and environmental sustainability in all processes.

In the *T. cacao* species, the results showed that the treatments T2 and T3 were significantly better in terms of vegetative development; while in the *C. odorata* L species the treatments that showed a better behavior in the vegetative development were T4 and T5 and finally in the *C. brunnea* A species I show a similar vegetative development in all the evaluated treatments, without significant statistical differences.

Key words: Cedar, Cacao, Sapan, Substrates, Germination and Vegetative development.

Introducción

El uso de tierras para producción agrícola de la zona de influencia de la represa Topocoro, proyecto hidroeléctrico Hidrosogamoso, abarca un grupo de productores del minifundio que se dedican a la producción de diferentes cultivos de clima cálido en los que se destaca el cultivo de Cacao (*T. cacao L*), y un grupo más reducido de productores del latifundio que se destacan por explotación ganadera de la zona. Esta zona de influencia de la presa y el embalse, se ubica en la jurisdicción de los municipios de San Vicente de Chucuri, Betulia, Zapatoca, Lebrija, Los Santos y Girón en el departamento de Santander, área propicia para el cultivo de Cacao, igualmente el desarrollo y propagación de las especies forestales como el Cedro (*Cedrela. Odorata L*) y el Sapan (*Clathrotropis. Brunnea A*), especies endémicas nacionales de gran importancia ambiental y económica para la región, que además según (Cárdenas D y Nelson S, 2007) se reportan dentro de las listas rojas en la categoría “Peligro (EN A2cd) ”.

El Cacao es una especie agrícola amigable con el medio ambiente ya que se desarrolla de manera idónea dentro de sistemas agroforestales como asocio de cultivos de ciclo corto, especies forestales temporales y permanentes, como es el caso del Cedro (*C. odorata L*) siendo una de las mejores especies forestales de asocio permanente con el cultivo de cacao en la zona. Por otra parte, el Sapan (*C. brunnea A*) es una especie carismática que ofrece una alternativa de gran valor económico, ambiental y bienestar animal al subsector de explotación ganadera extensiva al ser sembrado en potreros y reservorios de agua.

Es favorable promover al sector cacaotero la producción u propagación de cacao en asocio con la especie forestal Cedro y al productor ganadero la siembra definida de la especie

forestal Sapan en sus praderas, dado a que todas estas especies brindan un valioso aporte social, económico y ambiental a la unidad familiar campesina. Por tanto, es de sentido vital que el agricultor tenga un amplio conocimiento en el establecimiento de los almácigos para la reproducción de estas especies en las fincas, de manera que aprovechen los recursos disponibles y se realicen mediante buenas prácticas agrícolas con resultados favorables.

Este documento presenta una línea investigativa sobre la evaluación de cinco diferentes tipos de sustratos en el cual se compara su potencial de influencia de cada uno en la germinación, supervivencia, y desarrollo vegetativo de las plántulas en las especies Cacao (*T. cacao L*), Cedro (*C. odorata L*) y Sapan (*C. brunnea A*), esto con la finalidad de proporcionar conocimiento al sector cacaotero sobre alternativa básica y económica de ampliar u renovar sus cultivos de cacao en asocio de especies forestales y a su vez al sector ganadero implemente siembras de estas especies en los potreros y conservación de reservorios de agua con especies de porte alto.

Planteamiento del problema

El uso de sustratos adecuados para la propagación en vivero de especies agrícolas, así como forestales, es fundamental para obtener material con excelentes características físicas, genéticas y libre de plagas y enfermedades. Estos deben cumplir con propiedades generales como proporcionar un anclaje y soporte para la planta, favorecer la retención de humedad, permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmosfera y servicio como depósito para nutrientes de la planta etc. (Alvarado M y Solano J, 2002)

No obstante, en la zona de influencia del proyecto Hidrosogamoso (embalse Topocoro) el cual abarca la jurisdicción de los municipios de San Vicente de Chucuri, Betulia, Zapatoca, Lebrija Los Santos y Girón Santander, existen ciertas limitaciones importantes que dificulta a los agricultores la propagación exitosa de las especies forestales tales como el Cedro (*C. odorata L*), Sapan (*C. brunnea A*) y la especie Agrícola Cacao (*T. cacao L*), esto debido a la poca disponibilidad de suelo fértil apropiado para realizar almácigos en viveros temporales de calidad en sus propios predios, y a su vez el escaso conocimiento por los agricultores sobre fabricación de sustratos óptimos que cumplan con las condiciones requeridas para realizar una propagación de plántulas tanto agrícolas como forestales. Esta situación implica al agricultor a adquirir el material vegetal en viveros comerciales que se encuentran a distancias consideradas, elevando así los costos y aún más a aquellos propietarios que sus predios no cuentan con vías de acceso; por tanto, el agricultor opta por no renovar sus cultivos ni realizar siembras de especies forestales. Esto limita a la zona a tener un avance progresivo en una agricultura amigable con el medio ambiente, como un ejemplo: los sistemas agroforestales en cultivo de cacao y silvopastoriles en explotación ganadera intensiva, siendo estos modelos adecuados

ambientalmente para minimizar el avance de la deforestación, y la disminución en la población de árboles forestales en la zona como el *C. odorata* L y *C. brunnea* A los cuales se encuentran reportados por el libro rojo de especies amenazadas de Colombia como en la categoría de peligro (EN A2cd) (Cárdenas D y Nelson S, 2007), además la pérdida de suelos y situaciones de baja productividad en los cultivos como el cacao, debido a la no renovación de cacaotales envejecidos, como se evidencia en el informe de Isagen y la Fundación Natura mediante el estudio del comportamiento climático y agronómico en la zona de influencia del embalse Topocoro, donde se puede observar que durante el año 2018, en parcelas de cacao híbrido se registraron promedios con producciones de 249 kg/h año y las más productoras con promedios de 792.9kg/h, siendo registros deficientes de producción que confirma a su vez (Fedecacao, 2020) donde resalta que un alto porcentaje de las fincas cacaoteras a nivel nacional, presentan un manejo tradicional del cultivo generando una producción media cercana a los 450 kg/h año.

Dada la situación se hace necesario implementar alternativas atractivas y económicas a los agricultores como lo es la propagación de *T. cacao* L, *C. odorata* L y *C. brunnea* A en pequeños viveros temporales en sus propios predios y con materiales de fácil adquisición, manipulación y a costos reducidos, realizando almácigos mediante la fabricación de sustratos con componentes orgánicos que estén disponibles en la misma zona o predio.

Justificación

Según (David H et al., 2017), en la zona de influencia del embalse Topocoro, se presenta un número de 300 variedades de especies de flora entre árboles, arbustos y hierbas terrestres distribuidas 72 familias y 198 géneros, algunas con grado de amenaza, endemismo y aquellas que proveen alimento para la fauna, evidenciado esto la riqueza florística de la zona de las cuales ciertas especies arbóreas promisoras se resaltan por su uso maderable, sombríos, medicinales, fines agropecuarios y de buen valor económico, de entre las cuales se encuentran el Sapan (*C. brunnea* A) cuya especie juega un papel ecológico importante en la zona, ya que provee de alimento para especies de fauna silvestres, protección de afluentes de agua, protección de suelos, y al ser empleado en las praderas a distancias consideradas, genera un microclima que favorece al bienestar animal debido a la regulación de la temperatura, evitando el estrés al ganado por el calor, también a su vez beneficios económicos para el productor a largo plazo en la producción de madera cuyo valor en el mercado es alto, por ser una madera fina y escasa. Esta madera es muy utilizada para la fabricación de barcos, muebles, pisos, postes, durmientes entre otros (Cárdenas D y Nelson S, 2007) y (Rodríguez P y Ibañez L, 2018).

Adicionalmente se destaca el Cedro (*C. odorata* L), que además de generar un ecosistema propicio dentro del cultivo de cacao bajo un sistema agroforestal, es una especie ornamental, tiene uso medicinal y su madera es muy apetecida por las industrias transformadoras para la fabricación de muebles, puertas, instrumentos musicales, chapas decorativas madera laminada entre otros usos.

Esta zona representa un uso de suelos con vocación agropecuaria donde un grupo reducido de productores del latifundio lo utiliza para la explotación ganadera extensiva, por el

cual se evidencia el deterioro de suelos, ecosistema y paisajístico por dicho modelo de explotación; y grupo mayor del minifundio con vocación agrícola de los cuales se destaca el cultivo de cacao ya que esta región presenta zonas de vida propicias para el desarrollo de este cultivar en el municipio de Girón y los demás municipios que conforman el área de influencia del embalse, por tanto la importancia de fortalecer este sector buscando mejorar las condiciones de vida de los productores ya que en su mayoría la forma de explotación de sus cultivos es de manejo tradicional, viéndose reflejados en los registros de Fedecacao donde exponen que de las 24.500 fincas que se registran en Colombia como productoras de cacao, un alto porcentaje presentan un sistema de explotación del cultivo de manejo (tradicional), obteniendo un promedio de producción por hectárea año de 450 kg en grano seco, cifra que refieren es muy baja. Esta situación que está asociada a cuatro aspectos que afectan el cultivo como: 1) plantaciones envejecidas, 2) material genético utilizado (cacao híbridos y comunes con bajos niveles de tolerancia a plagas y enfermedades), 3) baja densidad árboles productivos por hectárea y 4) dificultades del agricultor para el manejo integrado del cultivo (Fedecacao, 2020).

Entre los mencionados aspectos se resalta el primero (plantaciones envejecidas), que para solventar dicha situación se requiere la renovación de los cultivos envejecidos a través de siembras nuevas y a su vez con material genético de alto rendimiento y tolerancia a plaga y enfermedades. Por ende, para los productores del sector agropecuario existe una sentida necesidad de contar con material reproductivo que posea buenas características físicas y genéticas, pero principalmente que se obtenga libre de plagas y enfermedades. (Alvarado M y Solano J. 2002) Material que durante el proceso llevado en vivero debe contar con la mezcla de un sustrato óptimo que evite problemas de drenaje, aireación, condiciones de luz eficientes,

fertilización, acumulación excesiva de sales solubles, riego impropios y estandarización de sustratos.

De tal manera, y fijando el grado de importancia que las plantas de cacao como forestales, requieren de un buen sustrato para sus primeras etapas de desarrollo fisiológico, se exponen alternativas para mejorar dicha situación, respecto a las situaciones encontradas por desconocimiento de los productores en la fabricación de un sustrato y la limitación de suelo fértil en la zona para la disposición del mismo; primando recursos de primera mano como lo son los materiales orgánicos disponibles en los mismos predios o mercado local cercano, como opción factible en la creación de sustratos que cumplan con los factores necesarios y permitan la producción de plántulas de calidad y aptos para el trasplante y su desarrollo. De modo que los productores de la región al implementar la propagación de estas especies en sus predios logren extender los procesos de germinación de semillas y desarrollo de plántulas sanas, que resulte económicamente asequible y sin presentar afectaciones al medio ambiente, dado a que todo sustrato con componentes orgánicos ayuda a mitigar la contaminación ambiental mejorando a su vez las características físicas y químicas del medio, así como la disponibilidad de Carbono y Nitrógeno en el suelo. (Alvarado M y Solano J, 2002)

En tal sentido este tipo de estudio es muy importante porque brinda las herramientas suficientes para que el agricultor pueda acceder a información de primera mano sobre la fabricación de sustratos idóneos para propagación de estas especies en la zona para que logre con éxito sus proyectos de ampliaciones o renovaciones de sus cultivos agropecuarios. De manera que se busca incentivar al productor cacaotero a mejorar el rendimiento de sus cultivares mediante modelos agroforestales con especies promisorias de la zona como el Cedro y además a aquellos productores ganaderos a establecer siembras de especies forestales de porte alto en sus

reservorios de agua como a su vez en las praderas con diseños establecidos con especies como el Sapan.

Así mismo estas prácticas favorecen a mejoras ambientales, restauración de suelos degradados, evitar la erosión, mejorar la fertilidad, actividad económica sostenibles y fijación de carbono al suelo, proceso que mitiga el cambio climático; y a su vez se favorezca a contrarrestar el impacto de negativo de deforestación del país, que según (IDEAM, 2018) en la región andina se registró una deforestación de 28.089 hectáreas que agrupa el 14.2% de la superficie total deforestada en el territorio nacional.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar diferentes calidades de sustrato, para la germinación y desarrollo vegetativo de las especies Cacao (*Theobroma cacao L.*), Cedro (*Cedrela odorata L.*), y Sapan (*Clathrotropis Brunnea A*), en la zona de influencia de la represa Hidrosogamoso del municipio de Girón Santander.

Objetivos específicos

Ubicar, seleccionar y realizar seguimiento fenológico reproductivo de los árboles forestales potenciales semilleros, en la zona de influencia del embalse y su posterior recolección de semillas.

Evaluar el porcentaje de germinación y supervivencia de las semillas de Cedro, Sapan y Cacao en cinco sustratos diferentes.

Evaluar el crecimiento y desarrollo vegetativo de las especies Cedro, Sapan y Cacao desde su germinación por un periodo de 90 días.

Determinar el sustrato más eficiente en la germinación y desarrollo vegetativo de las especies forestales según sus características físicas.

Marco teórico

Glosario

Análisis de varianza: Técnica desarrollada por Fisher 1930, constituye una herramienta básica para el estudio sobre el efecto de uno o más factores sobre la media de una variable continua; comparación de medidas de dos o más grupos.

Árbol semillero: Árbol seleccionado y dejado en pie con la finalidad que produzca semillas para reproducción de la especie, este árbol se debe caracterizar por estar en buenas condiciones fitosanitarias.

Bimodal: En climatología es referente al régimen de dos estaciones de lluvias definidas en un año.

Diseño experimental completamente al azar: Es el más simple que se utiliza para comparar dos o más tratamientos, donde se consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

Germinación: Conjunto de fenómenos que tiene una semilla de pasar de vida latente a vida activa (Emersión de una planta).

Hoja: Órgano de la planta, normalmente de color verde, nace del tallo y se caracteriza por realizar la fotosíntesis.

Materia orgánica: Componente provenientes de seres vivos (plantas y animales) en estado muerto y descompuestos.

Plúmula: Pequeño brote de una planta, que durante la germinación proporcionara el tallo y las hojas.

Radícula: Parte del embrión de la semilla que dará lugar a la raíz.

Seguimiento fenológico reproductivo: Actividad investigativa basada en la observación de los estados reproductivos de una especie arbórea, desde su floración hasta su fructificación y dispersión de semillas.

Semilla: Óvulo fecundado y maduro, que se encuentra encerrado dentro del fruto y que en condiciones adecuadas germina dando origen a una nueva planta.

Tallo: Eje principal de las plantas que sirve como estructura de soporte.

Tratamiento: En estadística refiere a un conjunto particular de condiciones experimentales que se deben imponerse a una unidad experimental dentro de los confines del diseño seleccionado.

Variable: Es una característica de la población o de la muestra, cuya medida puede cambiar de valor. Según su naturaleza puede ser cualitativa o cuantitativa.

Vivero: Terreno con una infraestructura característica, donde se propaga y se preservan las plantas en las primeras etapas de desarrollo y crecimiento.

Generalidades de los sustratos

Definición de sustrato

El sustrato es el medio que sirve de soporte físico para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es un elemento clave en la producción de buenas plantas, de él depende la calidad de su sistema radicular (raíces bien estructuradas) y su vigor. (Alexander von Humboldt, 2008) Este medio da soporte, almacena y suministra nutrientes, agua y aire para el sistema radical con el propósito de propiciar un buen crecimiento, dentro del espacio limitado de un recipiente, y preparar las plantas para un trasplante exitoso.

Existen muchos materiales y sus mezclas. Cada productor trata de crear su propio medio, a veces se hace un uso innecesario o inadecuado de los componentes. La tierra es el medio más común, pero hay más. Algunos medios son orgánicos y otros inorgánicos. Un medio en tierra puede suministrar oxígeno, agua, nutrientes y soporte para las plantas, también como lo hacen en el suelo. (Alvarado M y Solano J, 2002)

Componentes para sustratos

Existen muchos componentes y sus mezclas; cada productor trata de crear su propio sustrato haciendo de este a veces un uso innecesario o inadecuado de los componentes. Tierra es el componente más común o utilizado, pero existen muchos más, algunos componentes son orgánicos y otros inorgánicos. De los orgánicos se podrían resaltar: estiércol de fuente animal, residuos de madera como aserrín, corteza y brucha; así también residuos de cosechas como cascarilla de arroz, paja, olotes, brozas de café etc. Entre los inorgánicos encontramos la grava, la arena, la perlita, pumita, vermiculita, lana de roca, hojuelas de poliestireno, espuma de

poliestireno entre otros (Alvarado M y Solano J, 2002). Por tanto, describen componentes orgánicos que se utilizarán en el experimento.

Suelo o tierra

Los suelos más empleados o calificados como componentes en sustratos son los de clasificación francos o francos arenosos ya que tienen características deseables de las arcillas y las arenas debido a que presentan una adecuada textura, fertilidad, retención de humedad, aireación, drenaje y poca compactación en recipientes, lo contrario sucede con los suelos franco limosos o arcillosos. Los suelos arenosos presentan muy buena aireación, más sin embargo los nutrientes en particular elementos traza, son relativamente bajos por lo que deben ser mejorados con materia orgánica para obtener un resultado en retención de humedad y nutrientes. (Alvarado M & y Solano J, 2002)

Clasificación horizontes del Suelo

En la tabla 1 indica una definición precisa sobre los diferentes tipos horizontes que se pueden hallar de un suelo.

Tabla 1

Definición Precisa de las Características de los Horizontes Dominantes del Suelo

Símbolo	Horizonte Dominante
H	Horizonte orgánico formado (o en formación) por una acumulación de materia orgánica depositada en la superficie del suelo. Contiene por lo menos de 20 a 30% de materia orgánica, y su composición depende del tipo de vegetación

	de que provenga la materia orgánica. Sólo puede formarse en ausencia de aire, cuando los suelos están continuamente anegados.
O	Horizonte orgánico como el anterior, salvo que no está saturado de agua más de unos cuantos días por año. Contiene por lo menos un 35% de materia orgánica que, por lo general, consiste en materia orgánica parcialmente descompuesta.
A	Horizonte mineral formado (o en formación) en la superficie o adyacente a ésta. Este horizonte muestra una acumulación de materia orgánica humificada (humus) íntimamente asociada con partículas minerales o posee una morfología adquirida por la formación del suelo. Es de coloración algo más oscura que el horizonte B subyacente y el material orgánico descompuesto aparece mezclado con el material mineral merced a la actividad biológica
E	Horizonte eluvial , yace bajo un horizonte H, O o A. Contiene menos materia orgánica, presenta una acumulación de minerales resistentes y es de color más claro. Se forma por la pérdida de hierro, arcilla fina, etc., que han sido trasladados al horizonte B subyacente y se acumulan allí.
B	Horizonte mineral en que las partículas minerales (solas o combinadas con humus) se han concentrado con el transcurrir del tiempo.
C	Horizonte mineral de material no consolidado a partir del cual se ha desarrollado el suelo. También se incluyen aquí los materiales gravosos y pedregosos de fondo que permiten el desarrollo de las raíces.

R	Capa de roca continúa endurecida suficientemente coherente en húmedo para hacer impracticable la excavación con una pala. Esta roca puede tener fisuras, pero éstas son muy escasas y demasiado pequeñas para un desarrollo radical significativo. De hecho, éste no es un verdadero horizonte del suelo.
----------	--

Fuente: (Fao, 2020)

Cascarilla de arroz

Este es un producto residual que deja el beneficio del arroz, que exactamente es la cascara del grano de arroz. Esta partícula es un poco mayor que la del aserrín, es de peso ligero, resistente a la descomposición y tiene menor efecto en la reducción del nitrógeno por los microbios del suelo. Esta al utilizarla en un medio mejora el drenaje con facilidad, no introduce plagas más se recomienda la pasteurización porque contiene muchas semillas de malezas, además es un material rico en carbono. (Alvarado M y Solano J, 2002)

Componentes a base de estiércol animal

Es utilizado componentes para sustratos estiércol de fuente animal como abono orgánico con el fin de acondicionar el suelo optimizando su contenido de humus y estructura, induciendo la vida micro y meso biológica del suelo; Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes. (Oliverio M, 2014)

En tipo de animal, la edad, condición y la alimentación que consume afecta la calidad del estiércol; La materia orgánica en el estiércol es alta en proteínas y otros compuestos nitrogenados que con facilidad son convertidos en amonio y nitritos. (Alvarado M y Solano J, 2002) por lo que

se requiere que estos componentes hayan tenido un buen manejo de descomposición de manera de prevenir problemas de hongos, insectos, nematodos y malezas.

Estiércol de Bovino compostado

El estiércol de bovino son los excrementos del ganado bovino de engorde o de vaca lechera siendo el resultado de desecho al proceso de digestión que figura al alimento que consume el animal. Según Trejo H, Salazar E, Lopez J y Vasquez C. (2013) de muestra que mediante estudios realizados sobre la aplicación del estiércol bovino tratado en un suelo arcilloso mejora considerablemente la conductividad eléctrica debido a alta concentración de sales, PH balanceado, aumento de materia orgánica (MO) y de nitratos, demostrando la bondad del estiércol como alternativa para mejorar la fertilidad del cultivo. Para el uso agrícola el estiércol debe encontrarse bien compostado, es decir, que haya pasado por un proceso natural de descomposición correctamente en un periodo de tiempo.

Gallinaza

Estos son las excretas de las gallinas ponedoras durante su periodo de producción. "En el caso de estiércol de aves se observa una liberación inmediata de nutrientes y en seguida una liberación paulatina del resto de los nutrientes durante 1 a 2 años" (Oliverio M, 2014 p14). Este componente debe ser suministrado al suelo muy bien compostado y modernamente en cantidades por su alto contenido de amonio y es causal de podrición y daño al follaje en las plántulas. (Alvarado M y Solano J, 2002)

Botánica y ecología de cedro (*Cedrela odorata* L)

Nombre científico: *Cedrela odorata* L.

Familia: Meliaceae

Nombres comunes: Cedro, cedro amargo, cedro oloroso, cedro caobo, cedro rosado y cedro rojo

Descripción botánica

El cedro rojo llega a medir de 30 metros de altura y un diámetro entre 50 y 60 cm, con fuste recto y ramas ascendentes; La madera presenta un olor característico y sabor amargo, la parte de la madera, la albura es de color crema rosado y la madera del duramen de color rojo más acentuado, se caracteriza por un peso liviano y blando. Sus hojas son compuestas, alternas, paripinnadas. Presenta flores unisexuales, pequeñas, que tienen 4 sépalos en forma de copa, lóbulos obtusos, la corola de color crema verdoso y con apariencia tubular. Su fruto tiene una envoltura leñosa de elipsoide a oblonga, de 30 a 38 mm de largo por 18 a 20 mm de ancho, redondeada en ambos extremos, de color pardo verdusco inicialmente y luego marrón oscuro al madurar. La semilla es de tipo sámara achatada y ovalada, su color es café oscuro a claro, con un expansión aliforme y papirácea para un solo lado que la caracteriza, cuyas dimensiones van de 25 a 27 mm de largo por 8 a 10 mm de ancho (CORANTIOQUIA, 2007).

Distribución y hábitat

Se encuentra en casi todo el territorio colombiano, en formaciones de bosque muy húmedo tropical (bmh-T), bosque húmedo premontano (bh-PM), bosque seco tropical (bs-T) y

bosque húmedo tropical (bh-T); Se desarrolla en zonas que presentan una precipitación que varía entre 1200 y 2500 mm por año y una temperatura entre los 23 y los 30°C; dentro de un rango altitudinal de 0 a 1700 m, precisando su mejor desarrollo en lugares caracterizados por una estación seca bien definida, siendo elemental para sus procesos fenológicos de defoliación y producción de frutos y semillas (CORANTIOQUIA, 2007).

Aptitudes y usos

El cedro se usa con frecuencia en sistemas agroforestales con cultivos perennes o anuales, como sombra de café o de cacao, en linderos o cercas vivas (Cordero y Boshier 2003).

Esta especie es muy atractiva para uso industrial, medicinal y agroforestal. INIA-OIMT (1996) indica que la madera es fuerte, liviana y fácil de trabajar; se utiliza para fabricar puertas, ventanas, mueblería fina, ebanistería, canoas e instrumento musicales. La corteza astringente es utilizada para remedios caseros y en su producción es muy empleado en asociación con cultivos agrícolas en los que se destacan el cacao y café (CORANTIOQUIA, 2007).

Producción en vivero

Su mejor capacidad germinativa de las semillas se logra son cuando están frescas variando entre 85 y 97%, proporcionadas las características morfológicas y anatómicas, así como la alta capacidad germinativa natural. No requiere tratamiento pre germinativo, sin embargo, si se desea una germinación más uniforme, se pueden sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas antes de la siembra. La germinación es exitosa cuando la siembra se efectúa en almácigos sin sombrero a una temperatura de entre 24 y 30°C, utilizando para ello un sustrato con buen drenaje que puede ser arena o una mezcla de tierra + arena (proporción 2:1).

La germinación es epigea y se inicia en las dos primeras semanas después de la siembra extendiéndose hasta la cuarta semana. El tiempo medio de germinación es de aproximadamente 18 días (CORANTIOQUIA, 2007).

Botánica y ecología de sapan (*Clathrotropis brunnea* A)

Especie: *Clathrotropis brunnea* A.

Familia: *Fabaceae -papilionoideae*

Nombres comunes: En Colombia: Sapán y en Venezuela: caraqueño, en el mercado internacional como Sapán (INIA-OIMT, 1996).

Descripción botánica

Este árbol puede alcanzar hasta 35 m de altura; su tronco cilíndrico recto, sin aletones o poco desarrollados. La corteza presenta una superficie del tronco agrietada, de color marrón, con manchas verdes y blancas. Corteza viva con una capa externa delgada de color verde-amarillento; presenta olor característico a legumbre. Hojas compuestas imparipinnadas, alternas, dispuestas en espiral, con estipulas y 5 a 7 folios. Presenta flores color lila, de 2 cm de longitud, unidas en manojos grandes (panículas). El fruto forma una legumbre aplanada, de unos 20 cm de longitud; muy lefiosa y de color casi negro al secarse; en el interior presenta pelos lanosos de color marrón en contacto con las semillas, que generalmente son 4 (INIA-OIMT, 1996).

Distribución y hábitat

Se le encuentra en Venezuela y Colombia. En Colombia comprende los valles húmedos del Magdalena Medio (INIA-OIMT, 1996). También en la región del bajo Cauca y los departamentos de Antioquia, Bolívar, Cesar y Santander, en un rango de altitud que van desde los 30 y 1200 metros sobre el nivel del mar. Crece en formación de bosques húmedos tropicales maduros, aunque también se le encuentra en bosques primarios perturbados, secundarios dispersos en potreros y frecuentes en las riberas de los ríos (Cárdenas D y Nelson S, 2007).

Actitudes y usos

Juega un papel importante en la ecología de los bosques maduros tropicales, en bosques primarios perturbados, secundarios, al borde las quebradas o potreros, sitios donde se pueden hallar según (Cárdenas D y Nelson S, 2007). Su madera es muy apreciada y se emplea en ebanistería de lujo, decoración de interiores y pisos. También se utiliza para tornear, para fabricar chapas decorativas y tablilla para cielo raso (INIA-OIMT, 1996).

Producción en vivero

En esta especie no se encuentra información técnica sobre la producción y manejo agronómico en vivero, no obstante, se resalta parámetros morfológicos como la germinación y desarrollo fisiológico en su primera etapa:

Germinación: La radícula es de color verde amarillento y emerge entre los 28 y 34 días después de la siembra. Expansión: La plúmula sale unos 15 a 20 días después de la radícula, es de color verde, pubescente y presenta pequeñas hojas rudimentarias o estípulas. La raíz es gruesa, amarillenta y posee unas pocas raíces secundarias delgadas. Primeras hojas: La primera

porción del tallo posee una serie de hojas rudimentarias o estípulas pequeñas, lineales y en posición alterna espiralada. Aproximadamente a los 10 a 12 cm de altura crecen el primer par de hojas opuestas o sub-opuestas, trifoliadas, de color verde claro y consistencia papirácea. Los folíolos son elípticos con el ápice acuminado y la base redondeada. (Diez M y Moreno F, 1998, p8)

Botánica y ecología de cacao (*Theobroma cacao L*)

Taxonomía

El cacao es una planta que pertenece al orden Malvales, a la familia de las Esterculiáceas, el género *Theobroma* y la especie cacao.

Generalidades

Su origen se cree está ubicado en la cuenca del Amazonas (América del sur), en las estribaciones orientales de los andes, cerca de los límites de Colombia, Ecuador y Perú.

Genéticamente los cacaos cultivados se dividen en tres grandes grupos: 1) los Criollos supuestamente originados de la cuenca superior de la Amazonas y cuya dispersión se encuentra desde el sur de Colombia al sur de México. 2) Los forasteros amazónicos que se encuentran principalmente en la amazonia. Y 3) Los Trinitarios, producto de las hibridaciones obtenidas entre el criollo y forastero amazónico. (Malespín M, Chavarría D, Peralta J, Enríquez G y Martínez R, 1982)

Descripción Botánica

El cacao es un árbol de porte bajo, leñoso, fuerte cuya denominación científica fue dada por el botánico Lineo quien lo determino como (*Theobroma cacao L*). Cuenta con dos tipos de raíces: una pivotante principal que se encarga de perforar el suelo y brindar anclaje al árbol y unas raíces secundarias de donde se desprenden los pelos absorbentes encargados de tomar los nutrientes y el agua. El tronco se desarrolla de orientación vertical hasta una altura de 0.80 a 1.50 metros dando origen a 3, 4 o 5 ramas en mismo nivel formando una mesa, molinillo o verticilo que se denominan ramas primarias de las que se derivan las ramas secundarias y terciarias formando la copa del árbol. Las hojas son de forma alargada y de tamaño medio y está unida a la rama por un tallito llamado peciolo. La flor es hermafrodita, posee ambos sexos: órgano masculino que está formado por 5 estambres verdaderos de color blanco y 5 falsos de color morado y órgano femenino que es el pistilo formado por el Estigma, el Estilo y el Ovario. El fruto es una baya protegido por una cascara o pericarpio, en su interior se encuentran los granos o semillas ordenados en hileras alrededor de un eje central llamado placenta, estos granos poseen en su parte externa una baba o mucílago que se desprende el proceso del beneficio; una mazorca puede contener entre 20 a 50 granos. (Pinzón J y Rojas J, 2012)

Hábitat y climatología

El hábitat natural del cacao es el interior de bosques lluviosos (sub-) tropicales sudamericanos, comprende zonas subtropicales secas a húmedas, así como zonas tropicales muy secas a húmedas. Se cultiva normalmente a elevaciones bajo los 300 msnm, y en ambientes boscosos especialmente abrigados de Colombia puede alcanzar elevaciones de hasta 900 msnm. (Dostert N, Roque J, Cano A, La Torre M y Welgend M, 2011)

Clima

La temperatura y precipitación son los factores más importantes para el desarrollo óptimo de las plantas de cacao. Las plantas son sensibles a la cantidad de agua en el suelo y son susceptibles a la sequedad, por lo que requiere lluvias uniformemente repartidas a lo largo del año de un total de 1500 a 2800 mm. Las temperaturas mínimas medias son de 18 a 21 °C, las máximas de 30 a 32 °C y las temperaturas mínimas absolutas son de 10 °C, por debajo de esta las plantas reciben daño. (Dostert N et al., 2011)

Producción en vivero

Propagación generativa.

La forma más fácil y económica de propagar el cacao es por medio de semillas. Las Semillas maduras tienen sólo un corto periodo viable y no se deben secar. Una desventaja de la propagación por semillas es la predominancia de la polinización cruzada y la resultante variabilidad de la progenie. La semilla a los 3 - 4 días después de la siembra, se ven normalmente la emergencia de raíces primarias o pivotantes blanquecinas, las que después de 15 a 20 días alcanzan una profundidad de 10 a 15 cm. (Dostert N et al., 2011)

Propagación vegetativa.

El cacao puede ser propagado con identidad varietal, de manera vegetativa, vía injerto, sobre un patrón apropiado, esquejes, acodos o también mediante cultivo de tejidos. (Dostert N et al., 2011)

Sustratos adecuados.

Un sustrato adecuado debe tener una textura suave, de apariencia esponjosa, de color negro. Una composición adecuada poder ser: Tres partes de tierra, una parte de arena, una parte de materia orgánica y un kilogramo de cal y se realiza la mezcla de manera uniforme, también se puede utilizar cascarilla de arroz para mejorar textura de la tierra. (Pinzón J y Rojas J, 2012)

Metodología

Tipo de investigación

En el presente proyecto el investigador realizó cálculos de crecimiento de las plántulas para determinar el sustrato más efectivo en desarrollo a la que se sujeta a una investigación de tipo Experimental.

Línea de investigación

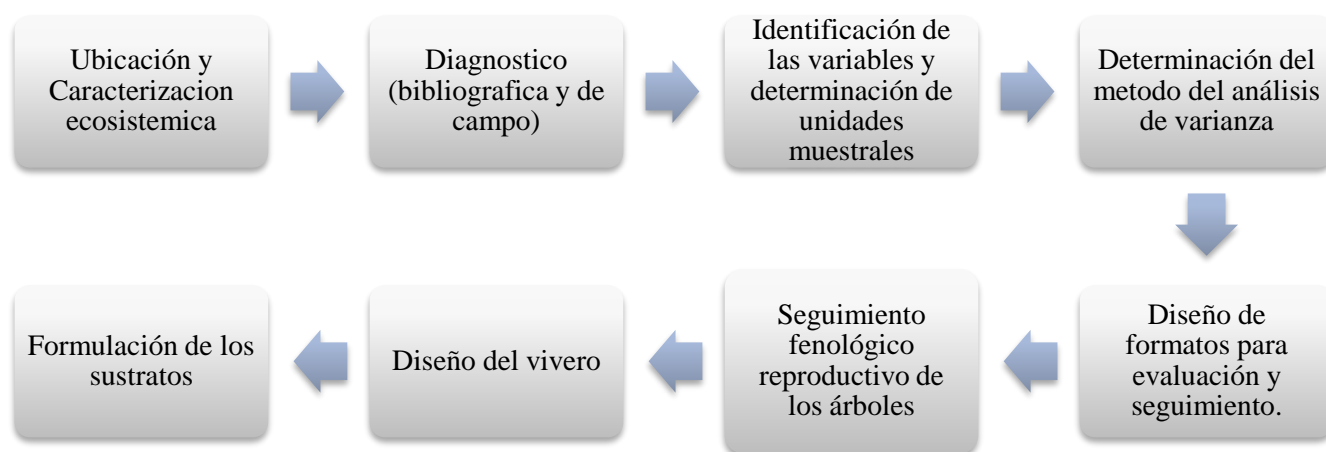
El estudio pertenece a la línea de investigación “Desarrollo Rural”, que a su vez hace parte de la Escuela Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la UNAD

Este proyecto investigativo se realizó dentro de un plan de trabajo dividido en tres etapas que son:



Etapa de planeación

El diseño metodológico de esta investigación se realizó con asesoramiento de diversas fuentes (UNAD, CABILDO VERDE E ISAGEN), mediante las cuales se establecieron las siguientes actividades que aseguran un correcto desarrollo del proyecto investigativo:



Con base al anterior diagrama la planeación se realizó teniendo los siguientes aspectos:

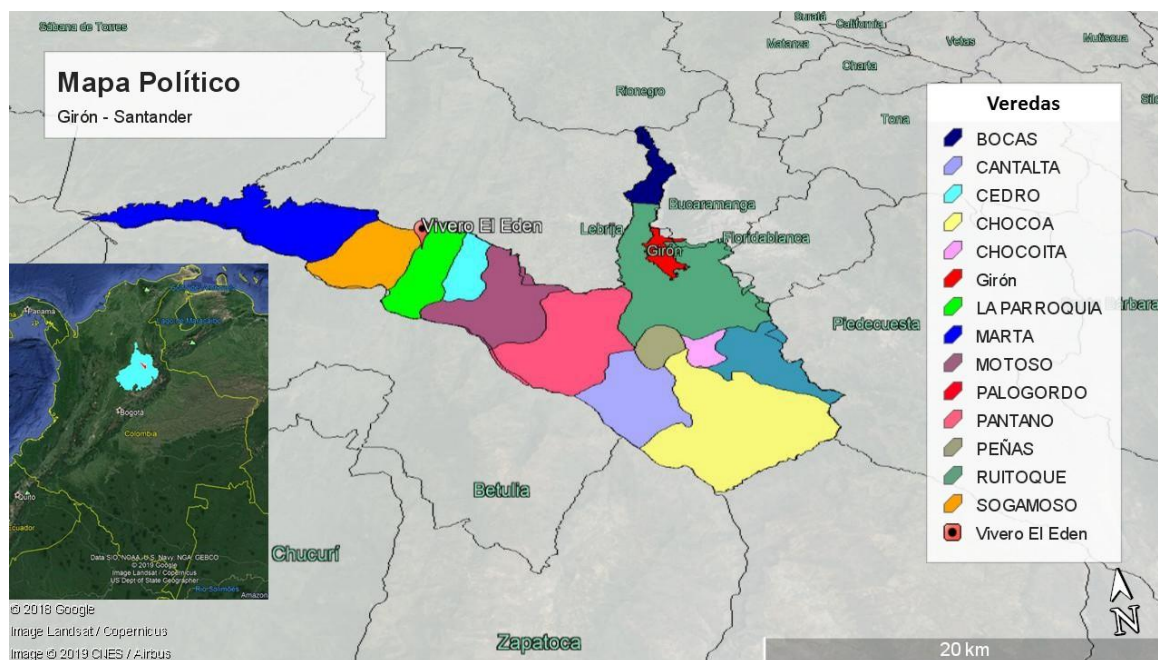
Ubicación y Caracterización ecosistémica

El estudio tuvo lugar en predios que forman parte de la zona de influencia del Embalse Hidrosogamoso y un centro de investigación en un vivero (El Edén), ubicado dentro de la franja protectora del embalse, en el municipio de Girón Santander.

El Municipio de Girón se encuentra ubicado al noreste de Colombia, formando parte del área metropolitana de Bucaramanga, con coordenadas de 7°04'15"N y 73°10'23 E, Presenta una temperatura promedio de 28°C y se encuentra a 777 msnm en el casco urbano. Limita al oriente con los municipios de Floridablanca, Piedecuesta y Bucaramanga; al occidente con el Municipio de Betulia; al norte con los municipios de Sabana de Torres, Rio negro y Lebrija; y al sur con los municipios Los Santos y Zapatoca.

Mapa 1

Mapa Político de Girón Santander



fuelle: Google earth con datos desacargados del sigot – igac 2020.

Área de estudio

El área de influencia del embalse Topocoro comprende la jurisdicción de los municipios de Girón, Betulia, Zapatoca, Los Santos, Lebrija y San Vicente de Chucuri, además con los

municipios de Barrancabermeja, Puerto Wilches y Sabana de Torres, ubicados aguas abajo del sitio de la represa. A nivel local las áreas de influencia aguas arriba componen las siguientes veredas. (ver tabla 2)

Tabla 2

Veredas que Conforman el Área de Influencia de la Represa Topocoro.

MUNICIPIO	VEREDAS
Betulia	Chimita – Balzora - El Placer - Sogamoso. El tablazo - San Mateo – Putana.
San Vicente de Chucurí	Cantarrana Cantarrana 1 y 2 - La esperanza - Los medios – Guayacan - La Lizama II.
Lebrija	La Renta - <u>Lisboa.</u>
Girón	<u>Sogamoso</u> – Chocoa – Cantalta – Guamaral - El pantano – Motoso - <u>La Parroquia.</u>
Los Santos	La Loma - Regadero Bajo - Espinal Bajo – Llanadas - Tienda Nueva

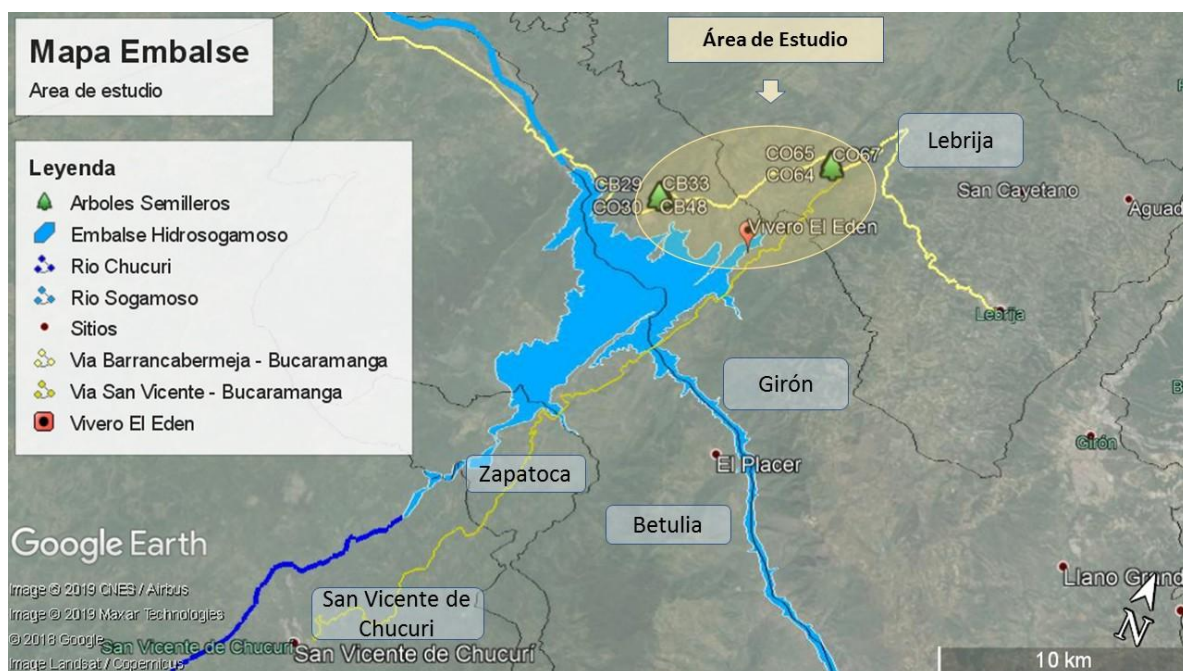
Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de (García, C, 2017).

Se señala en la tabla las veredas subrayadas son aquellas que conforman el área de estudio. En el municipio de Girón encontramos la vereda La Parroquia, donde se sitúa el Vivero El Edén y también la vereda Sogamoso, donde se ubican los árboles semilleros de *C. brunnea* A y *C. odorata* L, asimismo se presenta la vereda Lisboa del municipio de Lebrija donde se hallan algunos árboles semilleros de *C. odorata* L que fueron seleccionados.

Para comprender mejor la ubicación y extensión del área de estudio (ver Mapa 2).

Mapa 2

Ubicación Área de Estudio



fuelle: Google earth con datos desacargados del (sigot – igac, 2020).

Zona de vida

Según (David H, Palacios C, Cárdenas J y Cardona J (2017) exponen que el área de influencia de la presa Topocoro comprende dos zonas de vida según Holdridge: Bosque húmedo tropical (Bh - T) y Bosque seco tropical (Bs - T); este último comprende el extremo de la cola del Embalse con un microclima que indica aridez, temperatura media entre 20 y 26 ° C, precipitación baja menor a 1.200 mm/año, humedad relativa inferior al 80%, brillo solar alto entre 2.200 – 2.600 horas de sol/año, evaporación potencial alta, y suelo con déficit hídrico durante todo el año; el Bosque Húmedo Tropical (Bh - T), comprende las estribaciones de la Serranía La Paz, valle medio del río Sogamoso hasta cercanías del sitio El Tablazo y la parte media y alta de la cuenca del río Chucurí. Se trata de una zona bastante húmeda con

precipitación media de 3.432 mm/año, humedad relativa superior al 80%, brillo solar entre 1.000 –1.400 horas luz promedio/año. (p.8)

Con base en esta información se determina que la zona de vida del área de estudio se comprende áreas de bosque seco tropical (Bs - T) y de bosque húmedo tropical (Bh - T), por ende, se corrobora que en la zona se presentan hábitats propios para las especies de *C. odorata* L, *C. brunnea* A y *T. cacao* L según literatura tomada de (Corantioquia, 2008), (Libro rojo de plantas de Colombia, 2006) y (Barón J, 2016) que determinan las condiciones ecológicas y ambientales que requieren estas especies.

Componente hídrico

En el sitio de estudio se encuentra con la represa Hidrosogamoso que alberga un volumen de 4.800 (Mm³) millones de metros cúbicos de agua en un área de 6.960 hectáreas (ISAGEN, 2014). sus principales afluentes son los ríos: Sogamoso y el Chucuri, seguidos por las quebradas La Ramera, Pujamanes, La molinilla, La santa maría entre otras.

Componente climático

En el valle del río Sogamoso se presenta microclimas como Tropical húmedo y hacia la zona de Lebrija se presenta microclima Premontano. Los periodos de época de sequía se presentan en los meses de enero, febrero, junio, julio y agosto; y las épocas con máximos niveles de humedad se presentan en los meses de marzo, abril, mayo, octubre y noviembre (POT GIRÓN, 2019).

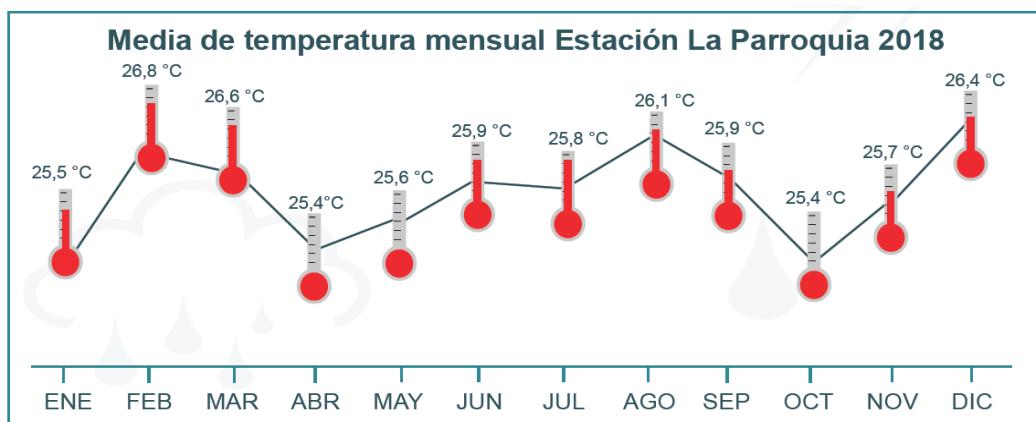
Actualmente Isagen realiza monitoreo climático en diferentes puntos de la zona de influencia del embalse desde el año 2012, usando estaciones meteorológicas distribuidas en diferentes sitios, cuya estación climatológica de referencia se toma la ubicada en la vereda La

Parroquia; esta ha presentado durante el año 2018 una temperatura media anual de 25.9°C, una precipitación de 1702mm, una humedad relativa de 81.4% , Evapotranspiración de 984.8, radiación solar de 402.8 W/m² y un promedio de velocidad máxima del viento de 1.9 km/h (Isagen y Fundación Natura, 2018).

Esta zona presenta una notable una variabilidad climática bimodal, confirmado lo expuesto por (POT GIRÓN, 2019) (ver graficas 1, 2 y 3)

Gráfica 1

Variabilidad Climática Sobre la Temperatura Mensual Durante el 2018

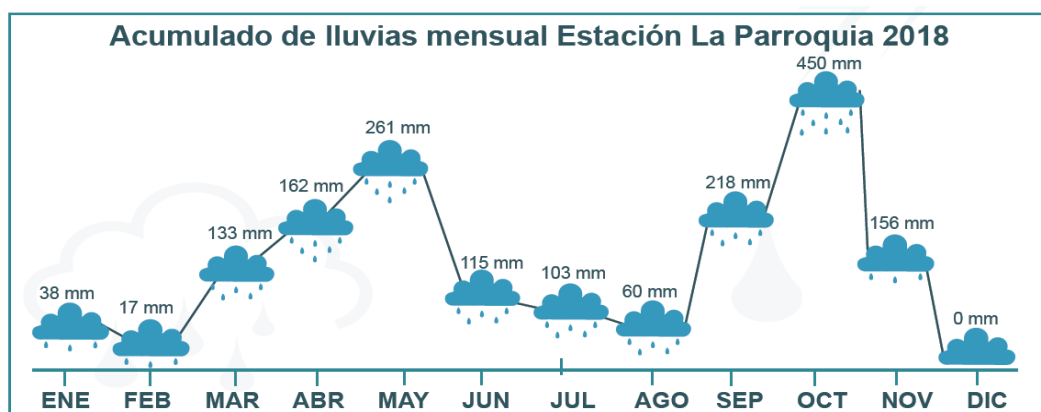


Fuente: (Isagen y Fundación Natura, 2018)

La variabilidad de la temperatura no es tan significativa, ya permanece entre los 25 y 26 °C durante todo el año, presentando una temperatura mínima en los meses que corresponden al pico de lluvias que corresponden a mayo y octubre; y una temperatura máxima en los meses de febrero, agosto y diciembre.

Gráfica 2

Variabilidad Climática Sobre la Precipitación Mensual Durante el 2018

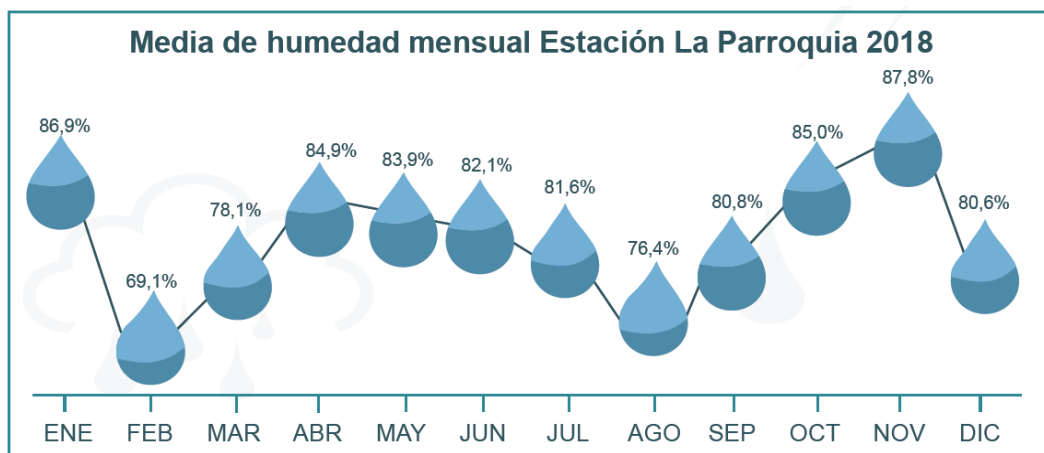


Fuente: (Isagen y Fundación Natura, 2018)

Esta gráfica de precipitaciones se evidencia dos picos de lluvias durante el año, la primera se observa que inicia en el mes de abril hasta mayo y la segunda inicia en el mes de septiembre y culmina en octubre. Los meses que se presentan bajas precipitaciones son enero, febrero, julio y agosto, y una particularidad en mes de diciembre que no hubo lluvias.

Gráfica 3

Variabilidad Climática Sobre la Humedad Mensual Durante el 2018



Fuente: (Isagen y Fundación Natura, 2018)

La variabilidad de la humedad depende de las variables temperatura y precipitaciones. Por ende, se evidencia que el valor de la humedad más baja fue en el mes de febrero y agosto, ligado a las altas temperaturas en estos meses; a igual la humedad más alta se refleja en el mes de noviembre, asociado a las lluvias que se presentaron durante ese mes.

Componente Suelo

La zona presenta un paisaje de montaña, un relieve de lomas y colinas, moderado a fuertemente ondulado y fuertemente quebrado con pendientes del 7 – 12 – 25 y 50%; su profundidad es moderada, con texturas franca, franco arcilloso, arcillosa, con reacción muy fuertemente acida y ligera a mediantemente alcalina; fertilidad natural baja, mediana y alta (IGAC, 2020).

Según análisis de suelos de fincas vecinas, se presentan bajos niveles de Fosforo (F), Magnesio (Mg), cobre (Cu) y manganeso (Mn); niveles medios de potasio (P) y azufre (S); como a su vez niveles altos de Calcio (Ca), Zinc (Zn) y Boro (B). Así mismo se pueden encontrar suelos de texturas franco arenosas, en especial hacia las partes altas, como también suelos con óptimos porcentajes de materia orgánica.

Componente flora y fauna

Flora. La franja de protección del embalse Topocoro, se han registrado una variedad de 300 especies de flora entre árboles, arbustos y hierbas terrestres distribuidas 72 familias y 198 géneros, algunas presentando un grado de amenaza, endemismo y aquellas que proveen alimento para la fauna (David H et al., 2017). Entre los cuales se destacan las especies relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 3*Lista de Especies Forestales Destacadas en la Zona*

I D	Nombre común (Nombre científico)	ID	Nombre común (Nombre científico)
1	el cedro rojo (<i>Cedrela odorata</i>),	10	Saman (<i>Samanea saman</i>)
2	Sapan (<i>Clathrotropis brunnea</i>)	11	Higeron (<i>Ficus critrifolia</i> Mill)
3	Palma estera (<i>Astrocaryum malybo</i>),	12	Caracolí (<i>Anacardium excelsum</i>)
4	Orejero (<i>Enterolobium schomburgkii</i>)	13	Tibigaro (<i>Astronium graveolens jacq</i>)
5	Gulanday (<i>Jacaranda hesperia</i>),	14	Hobo (<i>Spondias mombin</i> L)
6	Moncoro blanco nogal (<i>Cordia alliodora</i>)	15	Ciruelo (<i>Spondias purpurea</i> L)
7	Yarumo (<i>Cecropia peltata</i>)	16	Fresno (<i>Tapirira guianensis</i>)
8	Anon (<i>Annona amazonica</i>)	17	Yaya (<i>Pseudomalmea boyacana</i>)
9	Piñuelo (<i>Duguetia antioquensis</i>)	18	Copillo (<i>Xilopia aromatica</i>)

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de (David H et al., 2017).

Fauna. En el área de influencia de la represa Hidrosogamoso cuenta con una gran diversidad de fauna silvestre que habitan o hacen tránsito en para el caso de las aves, las áreas con más avistamiento de fauna son los bosques secundarios de la zona y cultivos diversos o con sistemas agroforestales. En la zona se han registrado 49 especies de mamíferos y más de 300 especies de aves, de los que se resaltan:

Mamíferos.**Tabla 4***Lista Especies de Fauna Silvestre (Mamíferos)*

MAMIFEROS		
Nombre Común	Nombre Científico	Categoría
Margay	<i>Leopardus wiedii</i>	Casi amenazado de extinción (NT)
Ardilla santandereana	<i>Microsciurus santanderensis</i>	Endémico, Preocupación menor (LC)
Mono cariblanco	<i>Cebus versicolor</i>	Endémico y en peligro de extinción (EN)

Mapache – Zorra patona	<i>Procyon cancrivorus</i>	Preocupación menor (LC)
Venado colorado	<i>Mazama zetta</i>	No evaluado NE
Marrano chácharo	<i>Pecari tajacu</i>	Preocupación menor (LC)
Zorro umba – Tayra	<i>Eira barbara</i>	No evaluado NE
Ñeque	<i>Dasypsecta punctata</i>	Preocupación menor (LC)
Zorro perro	<i>Cerdocyon thous</i>	No evaluado NE
Fara	<i>Didelphis marsupialis</i>	Preocupación menor (LC)

Fuente. Elaboración propia con datos suministrados por Isagen y Fundación Natura (Serrano S et al., 2018) y (Rodríguez, R, Ortega J, Ramírez M y Serrano C, 2014)

Aves.

Tabla 5

Lista de Especies de Fauna Silvestre (Aves)

AVES		
Nombre Común	Nombre Científico	Categoría
Perdiz santandereana	<i>Odontophorus strophium</i>	Endémico y en peligro de extinción
Torito dorsiblanco	<i>Capito hypoleucus</i>	Endémico y en peligro de extinción
Reinita cielo azul	<i>Setophaga cerúlea</i>	Vulnerable de extinción (vu) y migratoria
Churíca	<i>Pionus menstruus</i>	Preocupación menor (LC)
Guacharaca	<i>Ortalis columbiana</i>	Endémico
Carpintero Bonito	<i>Melanerpes pulcher</i>	Endémico, Preocupación menor (LC)
Amazalia colirrufa	<i>Amazalia tzacatl</i>	Preocupación menor (LC)
Garrapatero	<i>Milvago chimachima</i>	Preocupación menor (LC)
Chachivo	<i>Cyanocoras affinis</i>	No evaluado NE

Fuente. Elaboración propia con datos suministrados por Isagen y Fundación Natura (Herrera R, y Serrano V, 2013) y (Serrano S et al., 2018)

Reptiles.

Tabla 6

Lista de Especies de Fauna Silvestre (Reptiles)

Reptiles		
Nombre Común	Nombre Científico	Categoría
Babilla	<i>Caiman cocroditus fuscus</i>	No evaluado NE
Boa constrictor – Trompa de ternero	<i>Boa constrictor</i>	No evaluado NE
Coral	<i>Micrurus dumerilii</i>	No evaluado NE
Talla X rabi amarilla	<i>Bohtrops asper</i>	No evaluado NE
Salamqueja de Bosque	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	No evaluado NE
Iguana de casco	<i>Corythopanes cristatus</i>	No evaluado NE
Lagarto Jesucristo	<i>Basilicus galeritus</i>	No evaluado NE
Iguana verde	<i>Iguana iguana</i>	No evaluado NE

Fuente. Elaboración propia con datos suministrados por Isagen (Rodríguez, R et al, 2014)

Anfibios.

Tabla 7

Lista de Especies de Fauna Silvestre (Anfibios)

Anfibios		
Nombre Común	Nombre Científico	Categoría
Ranita de cristal	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	Preocupación menor LC
Rana venenosa de rayas amarillas	<i>Dentrobates truncatus</i>	Preocupación menor LC
Salamandra	<i>Bolitoglossa lozanoi</i>	Vulnerable VU
Sapo	<i>Rhinella marina</i>	Preocupación menor LC
Rana cohete	<i>Rheobates palmatus</i>	No evaluado NE
Rana miseria	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Preocupación menor LC

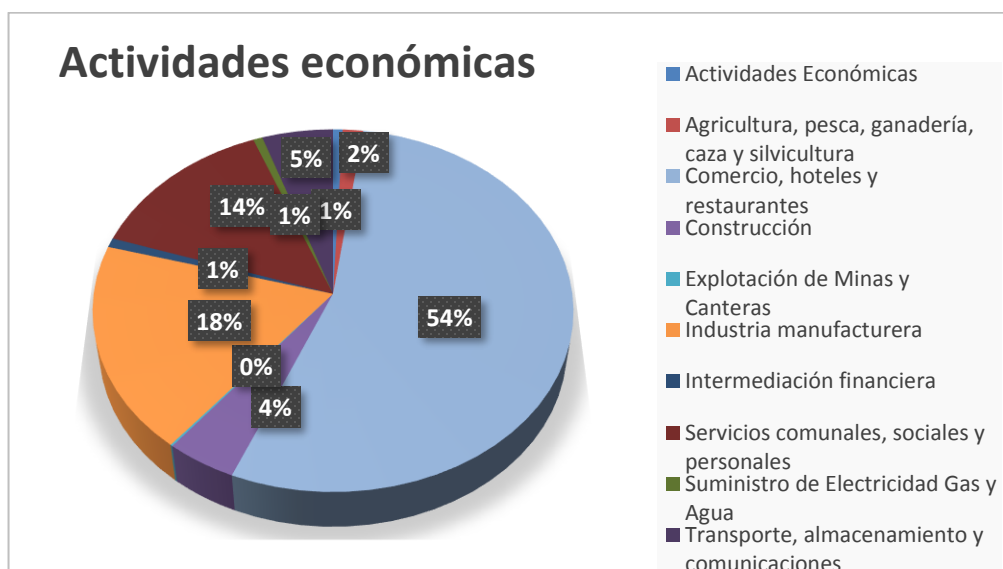
Fuente. Elaboración propia con datos suministrados por Isagen (Rodríguez, R et al, 2014)

Componente socioeconómico

En el sector empresarial según el POT GIRÓN (2019) afirma que para el año 2015 el municipio cuenta con 5107 empresas activas. “La actividad más representativa es la de Comercio, hoteles y restaurantes, conformada por 2.762 empresas que representa un (54%); es importante resaltar que las características principales de las actividades desarrolladas en el sector empresarial del municipio se ejecutan en un 94% en microempresas” (pág. 34).

Gráfica 4

Distribución de Actividades Económicas de Girón Santander



Fuente: Elaboración propia datos tomados de (POT GIRÓN, 2019).

En el área de la agricultura el “municipio se desarrolla aún de forma artesanal y las técnicas empleadas carecen de avance e implementación tecnológica, lo cual es una barrera de estancamiento para la competitividad en todos los niveles” (POT GIRÓN, 2019 p. 98). Sus cultivos se clasifican en transitorios entre los que se destaca la Ahuyama y cultivos perennes, dentro de los que sobresale la Piña:

Tabla 8*Cultivos Agrícolas Representativos de Girón - Santander*

CULTIVO		ÁREA	CULTIVO		ÁREA
PERENNE	SEMBRADA HAS		TRANSITORIO	SEMBRADA HAS	
Piña		2540	Ahuyama		75
Lima Tahití		1885	Maíz		105
Naranja		575	Melón		145
Mandarina		85	Pimentón		50
Guayaba pera		300	Tabaco		320
Guanábana		267	Tomate		112
Maracuyá		170			
Caucho		697			
Cacao		150			
Café		137			
Totales		6806			807

Fuente: Elaboración propia, datos recolectados de (POT GIRÓN, 2019).

En el sector pecuario las actividades de ganadería también tienen un valor importante en la economía rural ya que el municipio cuenta con un área de 14.130 hectáreas para la producción de ganado tipo carne y tipo leche. La piscicultura también hace parte de esta economía destacando la Cachama como la línea de más producción seguido por la mojarra roja y bocachico. (POT GIRÓN, 2019).

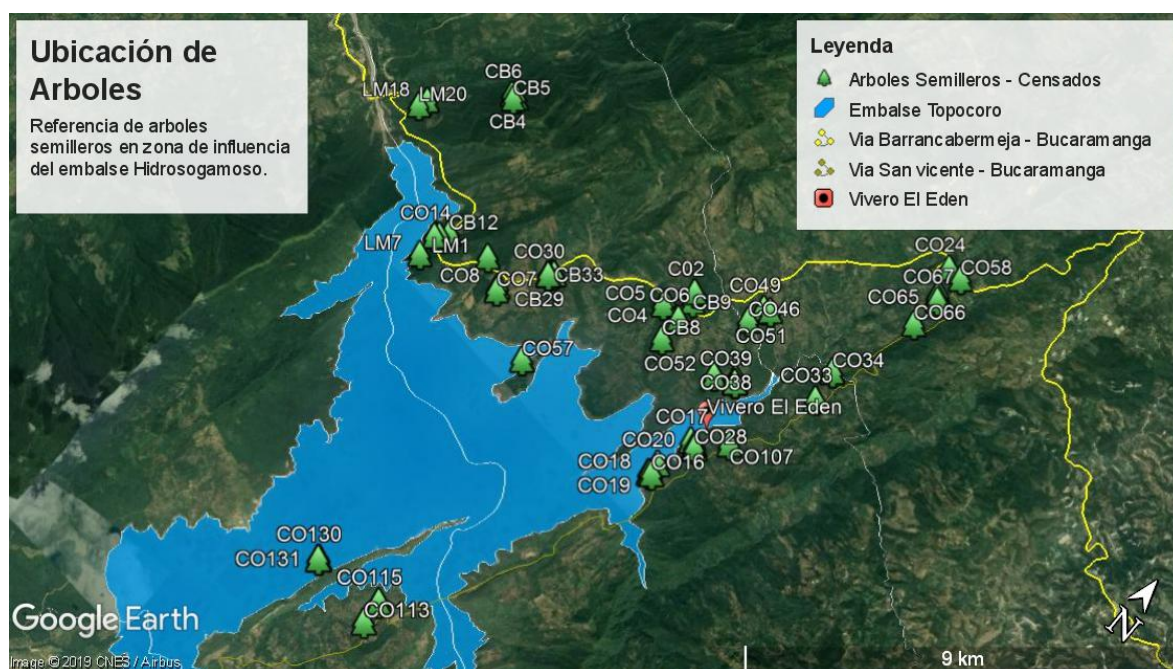
Diagnóstico: Bibliografía y de campo

Recurso bibliográfico

Se recolecta información brindada por Isagen sobre la ubicación y existencia de árboles semilleros de las especies *Cedrela odorata* L, *Clathrotropis brunnea* A y *Lechytis mesophylla*, los cuales fueron registrados en un censo realizado por la universidad de Antioquia en el Programa de conservación y protección para las especies de flora y fauna endémicas y amenazadas existentes en las vías sustitutivas del proyecto Hidroeléctrico Sogamoso del año 2014 (Instituto de biología Universidad de Antioquia, 2015).

Mapa 3

Ubicación Geográficas de Árboles de Interés Potenciales Semilleros.



Fuente: Google Earth -Elaboración propia con datos suministrados por Isagen en el 2018.

En el mapa 3 se pueden observar la ubicación preliminar de algunos árboles censados durante el proyecto mencionado anteriormente, donde el mayor grupo de árboles se encuentran agrupados en el municipio de Girón y Lebrija.

Diagnóstico de campo

Planeación ubicación y selección de árboles semilleros. Una vez obtenido los registros con las coordenadas geográficas de los árboles semilleros, mediante el informe final del Programa de conservación y protección para las especies de flora y fauna endémicas y amenazadas existentes en las vías sustitutivas del proyecto Hidroeléctrico Sogamoso del año 2014 realizado por la Universidad de Antioquia para Isagen, se procede a las actividades de reconocimiento, ubicación y selección de árboles potenciales en producción de semillas con la utilización de un equipo GPS. Para esta selección de los árboles que se realizaron seguimiento fenológico reproductivo, se tuvieron presente los siguientes aspectos: árboles maduros con edad reproductiva, árboles libres de enfermedades o plagas, árboles que estructuralmente tengan ramas bajas, árboles dentro de cultivos u potreros y árboles con una ubicación de fácil acceso (ver Fotografía 1, serie de imágenes).

Fotografía 1

Proceso de Ubicación y Selección de los Árboles Semilleros



Descripción: a) Ubicación de árboles con equipo GPS; b) Fuste de árbol de *C. odorata* L identificado; c) Fuste de árbol de *C. brunea* A identificado; d) Toma de datos de árbol de Sapan seleccionado.

De las especies de interés, se seleccionaron 4 individuos de la especie *C. odorata* L correspondientes a los códigos CO81, CO64, CO65 y CO67; de la especie *C. brunea* A se seleccionaron 6 individuos con los siguientes códigos de identificación CB29, CB30, CB33, CB48, CB49 Y CB50. (ver Tabla 9 **Tabla 9**)

Tabla 9*Especies Seleccionadas Para el Seguimiento Fenológico y Recolección de Semillas*

Predio/sector	Municipio	Especie	Código	Coordenada	Msnm	Cobertura
Villa Luz	Girón	<i>Cedrela odorata</i>	CO81	07° 05' 55" N 73° 21' 33,2" W	420	Pasto arbolado
Eladio Jerez / Lisboa	Lebrija	<i>Cedrela odorata</i>	CO64	07° 08' 32,9" N 73° 18' 04,2" W	600	Zona de cultivo
Eladio Jerez / Lisboa	Lebrija	<i>Cedrela odorata</i>	CO65	07° 08' 30,7" N 73° 18' 04,1" W	600	Zona de cultivo
Eladio Jerez / Lisboa	Lebrija	<i>Cedrela odorata</i>	CO67	07° 08' 28" N 73° 18' 02,5" W	580	Zona de cultivo
Trigueros	Girón	<i>Clathrotropis brunnea</i>	CB29	07° 05' 48,7" N 73° 21' 47,8" W	435	Pasto arbolado
Trigueros	Girón	<i>Clathrotropis brunnea</i>	CB30	07° 05' 48,1" N 73° 21' 47,3" W	435	Pasto arbolado
Trigueros	Girón	<i>Clathrotropis brunnea</i>	CB33	07° 05' 51,5" N 73° 21' 44,9" W	430	Pasto arbolado
Trigueros	Girón	<i>Clathrotropis brunnea</i>	CB48	07° 05' 49,3" N 73° 21' 47,6" W	499	Pasto arbolado
Trigueros	Girón	<i>Clathrotropis brunnea</i>	CB49	07° 05' 51,9" N 73° 21' 45,2" W	479	Pasto arbolado
Trigueros	Girón	<i>Clathrotropis brunnea</i>	CB50	07° 05' 51,9" N 73° 21' 45,5" W	479	Pasto arbolado

Identificación de las variables y determinación de unidades muestrales

En este apartado se toma en consideración todas las características propias de las semillas en cada una de las especies utilizadas para el presente estudio (ver tablas 10,11 y 12).

Tabla 10*Características Propias de la Semilla de Cedro Rojo Cedrela odorata L*

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
GENERALIDADES DE LA SEMILLA	La semilla tiene dimensiones que van desde 25 a 27 mm de largo por 8 a 10 mm de ancho, su forma es ovalada y achatada, con expansión aliforme y papirácea de un solo lado, su color es café oscuro a claro. Posee un embrión recto, su plúmula y radícula son cónicas entre los cotiledones y un tegumento delgado y coriáceo (Corantioquia, 2009).
TIPO DE SEMILLA	Estas semillas se clasifican como ortodoxas.
PREGERMINACIÓN	Las semillas no requieren tratamiento pregerminativo, pero para obtener una mayor homogeneidad en la germinación se pueden sumergir en agua durante 24 horas antes de la siembra (Corantioquia, 2007).
GERMINACIÓN	El tipo de germinación es epigea y la capacidad germinativa de las semillas cuando están frescas puede estar entre los 85 y 97%. Cuando la siembra se realiza en almácigos sin sombrío a temperatura entre 24 y 30°C, en un sustrato con buen drenaje, puede ser arena o tierra arena en proporción 2:1, la germinación suele ser exitosa (Gómez M y Toro J, 2007)
PERIODO GERMINATIVO	La germinación inicia en la dos primeras semanas y termina en la cuarta semana, con un periodo medio de germinación de 18 días (Gómez M y Toro J, 2007).
REQUERIMIENTO HÍDRICO	Las plántulas no toleran encharcamiento (Instituto nacional de bosques Guatemala, 2017).
PLAGAS	<i>Hypsiphylla grandella</i>

Tabla 11*Características Propias de la Semilla de Sapan Clathrotropis brunnea A*

Concepto	Descripción
Generalidades de la semilla	<p>Las semillas son reniformes con un extremo más ancho, testa delgada, papirácea, café con líneas longitudinales más claras (Corantioquia, 2009).</p> <p>Estas semillas pueden tener unas dimensiones que van de 3.77 a 5.71cm de largo y 2.5 a 3.6 de ancho, el peso individual de la semilla varía entre 5.68 a 17.68 g. el número de semillas por kg es de 90 unidades. Su embrión es pequeño, ubicado en la base de la semilla, con cotiledones poco conspicuos (Diez M y Moreno F, 1998).</p>
Tipo de semilla	Este tipo de semillas son recalcitrantes.
Pregerminación	Las semillas no requieren tratamiento pregerminativo ya que no presentan latencia (Diez M y Moreno F, 1998).
Germinación	Presenta una germinación criptocotilar, hipogea, la radícula es de color verde amarillento y la plúmula verde, pubescente y presenta pequeñas hojas rudimentarias o estipulas (Diez M y Moreno F, 1998).
Periodo germinativo	La radícula emerge entre los 28 y 34 días después de la siembra y la plúmula brota unos 15 a 20 días después de la radícula (Diez M y Moreno F, 1998).
Requerimiento hídrico	No se registran estudios.
Plagas	No se registra plagas. no obstante, en observaciones realizadas durante el seguimiento fenológico reproductivo en el área de influencia del embalse Topocoro, se evidencia afectaciones a semillas causadas por larvas de posibles insectos del orden coleópteros, además se evidencia que la semilla es susceptible a hongos.

Tabla 12

Características Propias de la Semilla de Cacao Teobroma Cacao L Variedad IMC67

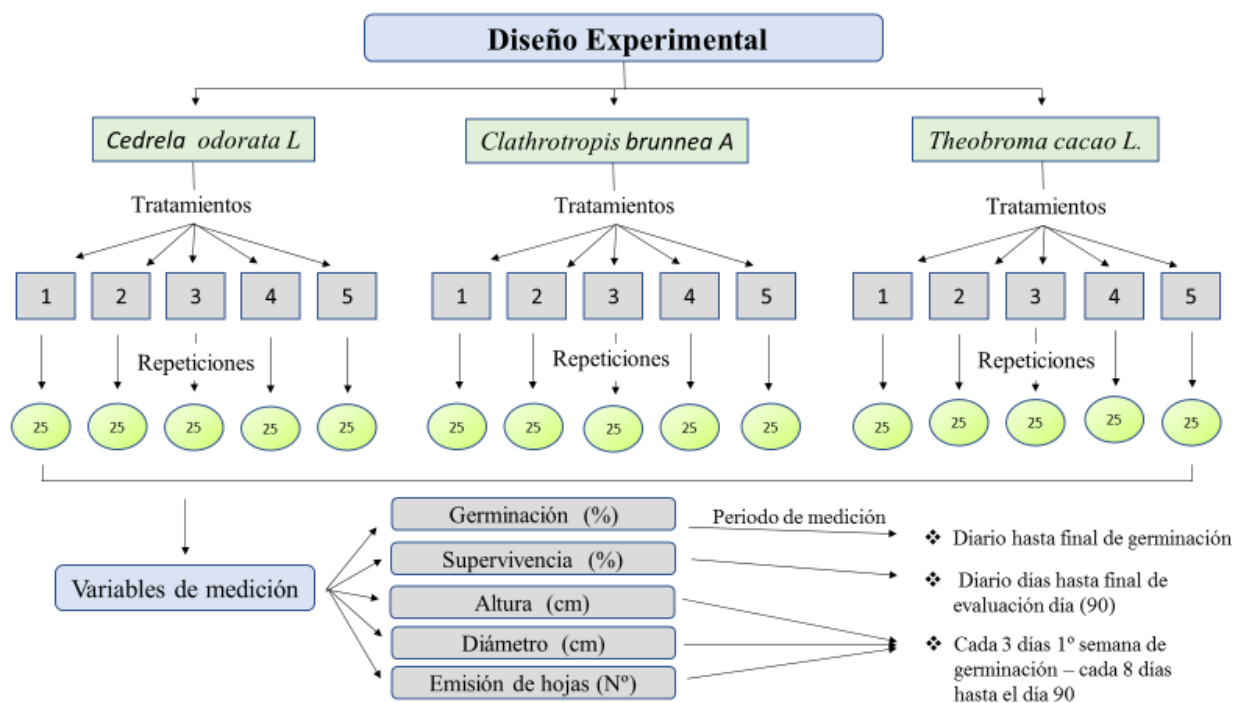
Concepto	Descripción
Generalidades de la semilla	Las semillas al sacarlas del fruto son de color blanca, recubiertas por pulpa acido-azucarada que se le denomina mucilago, adherida a la cascara de la semilla; su forma es ovadas y está conformada por dos cotiledones pigmentados que brindan alimentación y protección del embrión después de la germinación. La pigmentación del grano está sujetas a la variedad genética que suelen aparecer desde blanca o pasar por varios matices hasta pasar a un violeta bastante oscuro (Armijos A, 2002).
Tipo de semilla	El tamaño de las semillas puede variar según la variedad genética del árbol (Armijos A, 2002). El clon IMC67 presenta un promedio de 42 granos por fruto sus dimensiones
Almacenamiento	La semilla de cacao es recalcitrante (Arévalo M, González D, Maroto S, Delgado T y Montoya P, 2017). Las semillas por ser de tipo recalcitrante, no pueden almacenadas por mucho tiempo para ser sembrada. Tiene sustancias inhibidoras, por lo que no se puede almacenar fresco ni ser sometido a temperaturas extremas que provocaría la muerte del embrión por fermentación o deshidratación (Arévalo M et al., 2017)
Pregerminación	Una vez las semillas son extraídas de la mazorca o fruto, se retira la pulpa de las semillas mediante frotación utilizando elementos como cal, arena o aserrín.
Siembra	Sembrar a una profundidad de 1 a 2 cm en posición vertical (Fedecacao, 2012).
Germinación	El tipo de germinación es epigea. La variedad IMC67 en condiciones óptimas de siembra presenta un 97% en germinación (Sarmiento S, Gamboa J y Velásquez J, 2011).
Periodo germinativo	La germinación de la semilla ocurre en pocos días dependiendo de la temperatura, a los 3 o 4 días después de la siembra inicia la emergencia de la radícula o raíz pivotante blanquecina, emergiendo primero la raíz y el hipocótilo, lo que produce que los cotiledones asciendan por encima del nivel del suelo desde los 10 a 15 días después de la siembra. (Dostert N et al., 2011) y
Requerimiento Ambiental	Necesitan agua suficiente que el suelo permanezca húmedo sin generar encharcamiento o escorrentía, protección de luz de un 50 – 70% en sombra. (Dostert N et al., 2011) y (Fedecacao, 2012).

Plagas y enfermedades	Plagas: Hormigas, Ardilla, Carpintero. Enfermedades: Moniliophthora roreri
------------------------------	---

Diseño Experimental

En la zona no se registran antecedentes de estudios similares, por tanto se tiene presente antecedentes de estudios anteriores sobre evaluaciones de sustratos en especies forestales como (Daza V y Salguero A, 2015), (Corbera J, Morales C, Paneque V y Calaña J, 2008) y en la especie agrícola cacao, trabajos como (Cuvi M, Rodríguez Y, Carrera K, Azansa M y Soria S, 2015) y (Gutiérrez M, Gómez R y Rodríguez N, 2011) entre otros, se determinó utilizar componentes de fácil accesibilidad o recursos disponibles en la zona para fabricación de sustratos, de los cuales se describen a continuación: Suelo de (Horizonte A) de mediana materia orgánica, de aquí en adelante "Suelo", Gallinaza, Estiércol de Bovino descompuesto, y Cascarilla de arroz, de los cuales se fabricaron 5 tratamientos con diferentes mezclas en su composición con 25 repeticiones cada uno. Este diseño se aplicó a las tres (3) especies a estudiar (ver

Figura 1).

Figura 1*Esquema Diseño Experimental*

Para cada una de las especies estudiadas, se define un diseño experimental completamente al azar organizado en 5 tratamientos, incluido el tratamiento testigo, cada tratamiento registra 25 repeticiones o unidades muestrales, que representan 125 repeticiones por cada especie evaluada, de manera que en las tres especies se obtienen una totalidad 375 repeticiones.

Para la observación y medición de rendimientos de los sustratos se determina las siguientes variables a medir:

Variables independientes

- Porcentaje de germinación de las semillas (%)
- Porcentaje de supervivencia de las plántulas (%)

Variables dependientes

- Altura de tallos (cm),
- Emisión de hojas o Numero de hojas (Nº)
- Diámetro de tallos (mm).

Determinación del método del análisis de varianza

Análisis de varianza. Para determinar las diferencias, si existen diferencias significativas entre los tratamientos se realizó análisis de varianza usando la herramienta ofimática (Rwizard) como método para la modelación estadística y análisis multivariado exploratorio. Se elige este software (R) ya que es una herramienta de análisis estadístico a la vanguardia y muy utilizada en investigación científica, con grandes ventajas como la aplicación de técnicas avanzadas y robustas, con creación de gráficos de alta calidad, procesamiento de gran cantidad de información entre otras, permitiendo al investigador lograr un análisis de los datos precisos y confiables.


Diseño de formatos para evaluación de seguimiento

Para las actividades de seguimiento fenológico de los árboles parentales y recolección de semillas se diseñaron dos formatos, el primero resalta cinco casillas básicas para precisar la información requerida, : **1)** Estéril (es decir solo con hojas); **2)** Florecido; **3)** Frutos verdes; **4)** Frutos maduros; **5)** Fase de dispersión de semillas, y el segundo formato muestra el registro de semillas recolectadas en campo resaltando 4 casillas: 1) Frutos recolectados 2) Frutos buenos 3)

Frutos dañados 4) Frutos por colecta (ver Figura 2)

Figura 2

Formato de Tabla Para valuación y Seguimiento de las Especies Arbóreas de Estudio

PROYECTO DE GRADO:	Evaluación de sustratos, para la germinación y desarrollo vegetativo de las especies (<i>Theobroma cacao</i> L.), (<i>Cedrela odorata</i>), y (<i>Clathrotropis brunnea</i>), en el municipio de girón Santander.									
Actividad.	Seguimiento de especies de flora potenciales semilleros									
Tutor										
Responsable.	Tec. Sneyder Moreno Ardila									
Año de registro.										
Lugar de trabajo.										
Registro.	Selección para Seguimiento de individuos de Cedro (<i>Cedrela odorata</i>) y Sapan (<i>clathrotropis brunnea</i>)									
Fecha de registro.										
										
Lugar/Predio	Nombre Comun	Especie	Codigo/Coordenada	A. Esteril	Flor	Frutos verdes	Frutos Maduros	Fase de Dispersión	Observaciones	

Además, se diseñaron los formatos de recolección de frutos o semillas, formato de germinación de semillas y supervivencia de plántulas, formato de registro de diámetro, altura y Numero de hojas de las plántulas (Véase anexos).

Seguimiento fenológico reproductivo de los árboles semilleros

*En la programación del seguimiento fenológico reproductivo, primeramente se estudió literatura sobre la "fenología de cada especie" (véase **Tabla 13***

Periodo Fenológico Reproductivo de las Especies Cedro (*C. odorata* L) y Sapan (*C. brunnea* A) (Tabla 13) y posteriormente se procedió al seguimiento fenológico de los árboles de Cedro (*C. odorata* L) y Sapan (*C. brunnea* A) que fueron escogidos en durante el proceso selección de árboles semilleros (ver Tabla 9) , programando una visita cada mes y una vez que se evidencié la fase inicial de maduración de los frutos, se realizaron visitas cada semana hasta la programación de las actividades de recolección de frutos y semillas.

Tabla 13

Periodo Fenológico Reproductivo de las Especies Cedro (C. odorata L) y Sapan (C. brunnea A)

<i>Periodos</i>	<i>Cedrela odorata L</i>	<i>Clathrotropis brunnea A</i>
<i>Floración</i>	Las fases reproductivas son sincrónicas y varían poco de año en año. La floración coincide con época de lluvias, iniciando entre los meses de junio a octubre. Los árboles que se encuentran por debajo de los 1.000 msnm, ocurren entre agosto y septiembre. La polinización de las flores la realizan insectos (Corantioquia, 2009).	Las flores aparecen coinciden con el cambio de follaje en la copa de árbol y temporada seca, con un periodo de floración marcado entre los meses de enero y febrero. Las flores son polinizadas por colibríes (Corantioquia, 2009).
<i>Fructificación</i>	Los frutos verdes se hacen visibles desde el mes de septiembre hasta el mes de enero (Corantioquia, 2009).	Los frutos verdes se observan inmediatamente después de la floración a partir de febrero. Su desarrollo hasta su maduración tarda aproximadamente 4 meses (Corantioquia, 2009).
<i>Brote y caída de follaje</i>	La caída de follaje se observa en la temporada más seca que corresponde de enero a mayo. El rebrote de follaje inicia de marzo a junio (Corantioquia, 2009).	Está asociada a la floración y ocurre en los meses de menor precipitación (Corantioquia, 2009).
<i>Maduración de frutos y dispersión de semillas</i>	Frutos inician su maduración coincide con la temporada seca, inicia en febrero y realización la dispersión de las semillas hasta el mes de marzo (Corantioquia, 2009).	Los frutos maduros se pueden observar en el mes de mayo, un indicativo es cuando se observa un cambio de color verde a tonalidad marrón oscuro. Los frutos permanecen el árbol después de madurar y después explorando las semillas, estas semillas alcanzan una distancia de 15 a 20 metros del árbol (Corantioquia, 2009).

<i>Reelección de semillas</i>	Un indicador de maduración de los frutos es cuando el árbol pierde parcial o completamente sus hojas (Corantioquia, 2009).	Las semillas se pueden recolectar cuanto los frutos estén completamente maduros o empiecen a hacer dehiscencia (Corantioquia, 2009).
--------------------------------------	--	--

Para las observaciones en campo fue necesario utilizar binoculares para un avistamiento propio del estado fenológico en los árboles (ver Fotografía 2).

Fotografía 2

Observaciones de Seguimiento Fenológico Reproductivo de las Especies Forestales.



A) Observación de semillas con binoculares **B)** Semillas de *C. odorata* L

inmaduras.

Diseño del vivero

Ubicación. El proyecto investigativo se desarrolló dentro de la franja protectora del embalse de Hidrosogamoso vereda La Parroquia del municipio de Girón Santander, Vivero el Edén de la propiedad de ISAGEN, con coordenadas N 07° 05' 40.6" W 73° 19' 19.5" a 356 Msnm; Su ruta de acceso se encuentra en el km 8 +500 vía sustitutiva San Vicente De Chucuri – Bucaramanga (ver Mapa 4).

Mapa 4

Ubicación del Vivero el Edén



Diseño. El vivero fue adecuado por CABILDO VERDE de Sabana de Torres, empresa contratista de Isagen durante el “programa de conservación y protección de especies endémicas y amenazadas, en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Sogamoso, 2018-2019”.

El área total del vivero es de 400 m², de los cuales se determinó para el diseño experimental 14m². Se ajustaron postes e instalación de polisombra de calibre al 80%, a una altura de 2.20 metros, las eras de crecimiento tienen 90cm de ancho por 14 metros de largo, diseñadas con alambre galvanizado calibre 14 y el piso se cubrió con caucho negro de polietileno, también se instala un sistema de riego aéreo por aspersión con tubería terminal de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro, micro aspersores instalados a una distancia de 1.2 metros por cada línea, generando cada micro aspersor un caudal de 28.5 Lts/h y con un alcance de 1.2 metros de diámetro a la redonda y por ultimo limpieza de los drenajes en concreto que ya se encontraban contruidos.

El área está protegida por barreras naturales contravientos por la parte oriente, occidente y norte.

Fotografía 3

Aspecto General de Vivero Con su Sistema de Riego



La infraestructura de este tipo de vivero puede ser costoso para agricultores de escasos recursos, no obstante, se recomienda la utilización material y tecnologías de menor cuantía siempre y cuando que se cumpla con las condiciones agroecológicas y ambientales requeridas para un vivero, como: drenajes, condiciones de luz, sistema de riego, vientos etc.

Formulación de los sustratos

Previo al proceso evaluativo, se procedió a la recolección de suelo (horizonte A) sin componentes de horizonte (H0) en una zona de rastrojo bajo, a 100 metros del vivero el Edén, el estiércol de Bovino compostado se recolecta en la parcela 1 del sector la Fe Municipio de Betulia y por último la cascarilla de arroz y la Gallinaza compostada se adquirieron mediante compra en el casco urbano de Lebrija.

Fotografía 4

Recolección de Suelo a 200 Mts del Vivero

**Fotografía 5**

Estiércol de Bovino Descompuesto

**Fotografía 6**

Bulto de Cascarilla de Arroz

**Fotografía 7**

Bultos de Gallinaza Comercial



A los componentes utilizados no se les toman análisis físico químicos de laboratorio, no obstante, para precisar las propiedades tanto físicas y químicas de estos, se recolecta información teórica de sus propiedades y a su vez para el caso del componente Suelo, se tiene presente análisis físico-químicos de predios vecinos, precisando datos generales que presentan los suelos de la zona. (Ver tablas 14, 15 y 16).

Propiedades físico químicas de la Gallinaza y el Estiércol vacuno

Tabla 14

Composición Química de los Componentes Orgánicos Gallinaza y Estiércol Vacuno

Propiedad	Clase de componente orgánico	
	Vacuno	Gallinaza
Humedad (%)	36	30
pH	8	7.6
Materia orgánica (%)	70	70
N total (%)	1.5	3.7
P (%)	0.6	1.8
K (%)	2.5	1.9
Ca (%)	3.2	5.6
Mg (%)	0.8	0.7
Zn (ppm)	130	575
Mn (ppm)	264	500
Fe (ppm)	6354	1125
Relación C/N	16	15

Fuente: Datos compilados de (Cordero R, 2013) quien cita a (Trinidad, 1987)

Propiedades físico químicas de la Cascarilla de arroz

Tabla 15

Composición Química de la Cascarilla de Arroz

Características Físicas		Características químicas	
Estado físico	Sólido granulado	Humedad %	7.41
Color	Beige	Cenizas %	19.39
Olor	Característico	Materia volátil %	57.09
Longitud mm	4 – 14	Carbono fijo %	16.11
Ancho mm	2 – 4	pH a 25 °C %	7.1
Espesor promedio, µm	50	Fibra celulosa %	45.38
Peso específico, mg	2.944 – 3.564	Proteínas%	3.59

Solubilidad en agua	Insoluble	Extracto de éter (Grasa) %	0.4
Granulometría sobre malla #4, %	0	Carbohidratos	69.23
Granulometría sobre malla #8, %	4	Totales %	
Granulometría sobre malla #10, %	18.6		
Granulometría sobre malla #20, %	74.6		
Densidad verdadera gr/cm³	1.42		
Densidad aparente gr/cm³	0.65		
Densidad a granel gr/cm³	0.10		
Porosidad del combustible, %	54		
Fracción de espacios libres, %	85		

Fuente: (Echeverría M y López O, 2010)

Propiedades físico químicas aproximadas del suelo utilizado en el experimento

Las características relacionadas en la siguiente tabla (16), están basadas en análisis de suelos de algunas fincas vecinas a excepción de la prueba de textura que se realizó al tacto mediante prueba tradicional.

Tabla 16

Características Físico Químicas de los Suelos de la Zona

Parámetro	Valor	Interpretación
Textura	Franco arcilloso	(Prueba realizada al tacto por el autor de este estudio)
Ph	7.4	Neutro

Materia orgánica (%)	2.6	Bajo
N total (%)	0.36	Adecuado
P (ppm)	8.57	Bajo
K (cmol/kg)	0.26	Medio
Ca (cmol/kg)	28.04	Alto
Mg (cmol/kg)	0.78	Bajo
S (ppm)	11.5	Medio
Cu (ppm)	0.92	Bajo
Zn (ppm)	23.14	Alto
Mn (ppm)	0.23	Bajo
Fe (ppm)	56.92	Adecuado
Boro (ppm)	1.45	Alto
Relación C/Mg	112.71	Deficiente

Según análisis de suelos de fincas vecinas se presentan bajos niveles de Fosforo (F), Magnesio (Mg), cobre (Cu) y manganeso (Mn); niveles medios de potasio (P) y azufre (S); como a su vez niveles altos de Calcio (Ca), Zinc (Zn) y Boro (B). Así mismo se pueden encontrar suelos de texturas franco arenosas, en especial hacia las partes altas, como también suelos con óptimos porcentajes de materia orgánica.

Con la evaluación de las composiciones tanto físicas como químicas de los componentes disponibles en la región, se hacen las posibilidades de formular sustratos con diferentes características que pueden ser una posibilidad de opción adecuada para la propagación de las especies utilizadas en este estudio.

Para definir el número de sustratos a formular se tuvieron presente como línea base el suelo Horizonte (A) con la con la mezcla de componentes orgánicos de fuente animal (estiércol de bovino y gallinaza) y fuente vegetal (cascarilla de arroz), que aportan bondades fisicoquímicas específicas en sustrato determinado. Por tanto, se formula un sustrato de solo suelo, que se identifica como la muestra testigo, tres sustratos compuestos de suelo cada uno con

una proporción específica de un componente diferente y un último con proporciones específicas con todos los componentes incluidos. Las cantidades de unidades experimentales por especie fueron tomadas a partir de la metodología utilizada por (Pérez J, Acosta L y Parrado A, 2011) y las mezclas de las proporciones a criterio del autor y con base en recomendaciones sugeridas por (Alvarado M y Solano J, 2002); por tanto, se describen los tratamientos a continuación.

Tratamientos

120T1: Suelo (Testigo)

T2: Suelo + cascarilla de arroz

T3: Suelo + Gallinaza

T4: Suelo + Estiércol de bovino

T5: Suelo + cascarilla de arroz + gallinaza + estiércol de bovino

(ver especificaciones

Tabla 20

Descripción de Tratamientos y Proporciones)

Hipótesis de los tratamientos

Las hipótesis de carácter estadístico que se presenta para los tratamientos en cada una de las especies, están sujetas a las variables dependientes que son: Diámetro, Numero de Hojas y altura; ya que las variables independientes las cuales son: Porcentaje de germinación y Supervivencia, no son de gran relevancia en la evaluación de los sustratos debido a que estas no están sujetas en la medición del desarrollo fisiológico de una plántula. No obstante, se evaluaron las diferencias que se presentaron en valores de porcentajes.

Por lo anterior se describe las hipótesis planteadas para la evaluación de los sustratos a continuación:

Hipótesis nula. El efecto de cada uno de los tratamientos sobre las variables altura, diámetro y numero de hojas que indican el desarrollo fisiológico de la plántula, no se presentan diferencias significativas estadísticas.

Hipótesis alterna. Como mínimo el efecto un (1) tratamiento presenta diferencias significativas estadísticas sobre las variables de altura, diámetro y numero de hojas que indican el desarrollo fisiológico de la planta.

Etapa de implementación

En cumplimiento con base a la planeación de actividades se procedió a dar inicio a la etapa de implementación del diseño experimental efectuándose en un periodo de 7 meses, tiempo estimado desde el inicio de la recolección de las semillas hasta la finalización de la evaluación del diseño experimental, exceptuando los tres meses anteriores de ubicación, selección y seguimiento fenológico reproductivo efectuados en la etapa de Planeación; para un período de tiempo total de 10 meses del proyecto.



Recolección de semillas de las especies estudiadas

Esta fase es de vital importancia para el correcto desarrollo del experimento, por lo tanto, se tiene especial cuidado con la identificación de frutos maduros, sanos, de plantas vigorosas y con la técnica forestal de recolección más apropiada para cada especie. Una vez que en los respectivos seguimientos de campo se registraron frutos en fase de dispersión de las especies forestales, se programaron y se realizaron jornadas de recolección de frutos y semillas mediante los siguientes protocolos:

Tabla 17*Recolección y Manejo de Semillas en la Especie C. odorata L*

Ítems	Procedimiento	Evidencia
Indicador de madurez	Los indicadores que se tuvieron presente en los seguimientos para realizar recolección de semillas fueron: la pérdida de hojas o defoliación del árbol de forma natural, la temporada seca entre enero y febrero y el color característico de madurez del fruto, marrón oscuro; este último es el indicador concluyente de su estado de madurez.	
Método de recolección	Para la recolección, los frutos debían presentar una coloración marrón oscura en la totalidad y antes que hayan hecho dehiscencia. Esta labor se realizó desde piso sin la necesidad de escalar al árbol, con una corta ramas de extensión se cortaron los frutos para luego ser recogidos y empacados en lonas de fique o fibra y posteriormente llevados a vivero.	
Manejo de la semilla	Los frutos son llevados a vivero realizando y una selección de los frutos dañados o perforados por insectos o aquellos con presencia de hongos excluyéndolos de los frutos sanos; Los frutos sanos se colocaron al sol por tres (3) horas en horas de la mañana extendidos sobre lonas de fique y posteriormente a sombra bajo techo al aire libre, se repitió el proceso durante dos días, tiempo en que las capsulas o frutos se abrieron de forma natural; posteriormente se realiza la extracción de las semillas;	





Almacenamiento	Las semillas se empaican en bolsas plásticas herméticas y se almacenaron en un lugar fresco y libre de exceso de humedad para evitar aparición de hongos que generan alteración en la viabilidad de las semillas.	
----------------	---	---

Tabla 18*Recolección y Manejo de Semillas en la Especie C. brunnea*

Ítems	Procedimiento	Evidencia
Indicador de madurez	La principal característica relevante es la coloración de la testa del fruto que se torna de color café oscuro, casi a negro, así mismo el inicio de dehiscencia de los frutos que al explotar realizan un sonido particular indicando que el árbol se encuentra con frutos plenamente maduros.	
Método de recolección	Se realizaron dos formas de recolección, (1) con un corta ramas de extensión se cortaron los frutos para luego ser recogidos y empacados en lonas de fique o fibra y posteriormente llevados a vivero; los frutos debían presentar una coloración café oscuro casi negro en la totalidad, labor realizada desde piso con muy poca cantidad de frutos recolectados, ya que los árboles en su mayoría presentaban frutos a una altura mayor de 10m. (2) el segundo método consistió en recolectar las semillas que dehiscentes en el suelo, estas semillas debían estar muy recientes de haber caído del árbol padre, limpia de plagas y afectaciones de hongos; este método es más sencillo y menos costoso.	 

Manejo de la semilla

Los frutos son llevados a vivero realizando y una selección de los frutos dañados o perforados por insectos o aquellos con presencia de hongos excluyéndolos de los frutos sanos; Los frutos sanos se colocaron al sol por cuatro (4) horas en horas de la mañana extendidos sobre lonas de fique y posteriormente a sombra bajo techo al aire libre, se repitió el proceso durante dos días, tiempo en que las capsulas o frutos se abrieron de forma natural; posteriormente se realiza la extracción de las semillas. Las semillas recolectadas del suelo se dejaron al aire libre bajo techo por 12 horas para posteriormente ser empacadas.



Almacenamiento

Las semillas se empacan en bolsas plásticas herméticas y se almacenaron en un lugar fresco y libre de exceso de humedad para evitar aparición de hongos que generan alteración en la viabilidad de las semillas. Estas semillas se almacenaron 2 días.



En la especie *T. cacao* L de la variedad ICM67, no se realizó seguimiento fenológico reproductivo más, sin embargo, se describe la colecta y manejo de las semillas, las cuales fueron provenientes de la parcela perteneciente Vivero La Granja en el municipio de San Vicente de Chucuri.

Tabla 19*Recolección y Manejo de Semillas en la Especie Theobroma cacao L*

Ítems	Procedimiento	Evidencia
Indicador de madurez	La principal característica relevante es la coloración de la testa del fruto que se torna de color amarillo.	 A close-up photograph showing two ripe cacao pods held in a person's hand. The pods are bright yellow with a bumpy, ribbed texture. The background shows green leaves and a tree trunk. A date stamp '23.05.2019' is visible in the bottom right corner.
Método de recolección	Se seleccionaron frutos libres de plagas y enfermedades en particular Moniliasis y Phytophthora; estas se colectan con la horquilla, herramienta típica que se utiliza para esta actividad que consta de una vara de madera de 2.5 metros de longitud, y la horquilla material de hierro acerado en forma de gancho afilado la cual va posicionada en un extremo de la vara para alcanzar altitud. Los frutos recolectados se empacaron en lonas de fibra y llevado a sitio de extracción de semillas.	 A photograph of a cacao pod hanging from a tree branch. The pod is yellow and bumpy. The tree has green leaves and a thick brown trunk. A date stamp '23.05.2019' is visible in the bottom right corner.
Manejo de la semilla	<p>Una vez se llevaron los frutos a un sitio adecuado para extracción de las semillas, se procedió a partir la cacota o corteza de los frutos con un machete para abrir el fruto y posteriormente extraer las semillas grandes que generalmente se encuentran en la mitad de la pulpa y se rechazan las demás.</p> <p>Las semillas fueron llevadas al vivero en bolsas plásticas limpias y libre de contaminantes. Para dar inicio a su tratamiento pregerminativo.</p>	 A photograph showing a cacao pod that has been cut open. The white, fleshy pulp is visible, and several large, white, oval-shaped seeds are being extracted. The background shows other pods and leaves. A date stamp '23.05.2019' is visible in the bottom right corner.
Almacenamiento	No aplica	

Implementación del diseño experimental (Preparación de sustratos, llenado de bolsas y su identificación.

Se establece un diseño completamente al azar organizado en 5 tratamientos con 25 repeticiones cada uno, representando un total 375 repeticiones para las tres especies; los tratamientos se ordenaron así: T1= Testigo (Suelo "Horizonte A" en condiciones naturales tomada en zona del área de estudio), T2 = (Suelo + Cascarilla de Arroz), T3= (Suelo + Estiércol Bovino), T4= (Suelo + Gallinaza compostada), T5= (Suelo + Cascarilla de arroz + Estiércol Bovino + Gallinaza compostada); Los tratamientos se establecieron por el autor bajo criterios de información teórica. (ver

Tabla 20

Tabla 20

Descripción de Tratamientos y Proporciones

Tabla 20)

Tabla 20

Descripción de Tratamientos y Proporciones

Tratamientos	Componentes	Proporciones	Fundamento de las proporciones
T1= Testigo	Suelo	100% Suelo	Medio natural, para uso comparativo con los demás tratamientos.
T2	Suelo + cascarilla de arroz	75% Suelo + 25% Cascarilla de arroz	Adición de 25% de cascarilla para una mejora ligera de la textura del sustrato dada a la condición arcillosa del suelo.
T3	Suelo + Estiércol bovino	50% Suelo + 50% Estiércol bovino	Adición de 50% de Estiércol para mejora de fertilidad, CIC y a su vez la textura del sustrato.

T4	Suelo + Gallinaza	75% Suelo + 25% Gallinaza compostada	Adición de 25% de gallinaza para mejora de la fertilidad y CIC. Se adiciona menor proporción que el estiércol de bovino debido a que la gallinaza contiene gran contenido de amonio que podría causar podrición y daño al follaje (Alvarado M y Solano J, 2002).
T5	Suelo +Estiércol bovino + Cascarilla de arroz + Gallinaza	33.3% Suelo + 16.6% Cascarilla de arroz + 33.3% Estiércol bovino + 16.6% Gallinaza	Se estandariza parte iguales entre el suelo y el estiércol de bovino y en menor proporción la gallinaza y la cascarilla de arroz. Se reduce la cantidad suelo menor al 50% con la finalidad de enriquecer el sustrato de materia orgánica y el posible efecto de estos componentes combinados en el sustrato.

Fuente: Propia del autor. Las proporciones se establecen teniendo presente criterios de (Alvarado M y Solano J, 2002).

Para preparación de los sustratos se adecuó la tierra y el estiércol bovino descompuesto, pasándola por una zaranda para clasificar impurezas y obtener una mejor homogeneidad de los mismos, (Fotografía 8) luego se realizó cada una de las mezclas (sustratos) con los componentes establecidos: Tierra, Cascarilla de arroz, Estiércol de bovino descompuesto y Gallinaza compostada (Fotografía 9, 10 y 11). Las proporciones y cantidad de tratamientos se definieron con base en las formulaciones diseñadas (ver

Tabla 20).

Fotografía 8

Tamizaje del Suelo Retiro de Impurezas y Partículas Grandes Compactas.

**Fotografía 9**

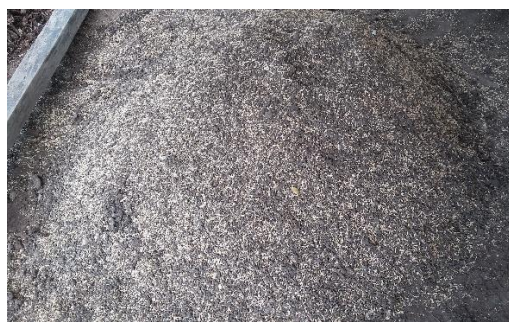
Aplicación del Componente Cascarilla de Arroz al Sustrato

**Fotografía 10**

Mezcla de los Componentes de un sustrato

**Fotografía 11**

Aspecto Físico de un Sustrato Preparado (Tratamiento 5)



Una vez preparado los sustratos para cada tratamiento se procedió al respectivo llenado de bolsas de vivero las cuales cumplen con una medida de 12.5cm de ancho * 25cm de alto, estas se organizaron en las eras de crecimiento debidamente ordenadas por tratamiento para su correcto protocolo de seguimiento (Fotografía 12 y 13). El tamaño de las bolsas es adquiridas, basado en la experiencia propia de especies forestales en el vivero el Edén y a su vez de viveros comerciales productores de cacao en el municipio de San Vicente de Chucurí, del cual se determina utilizar un ancho de 12.5cm con la finalidad de minimizar la cantidad de sustrato sin

generar limitaciones de la raíz por espacio; una altura de 25cm, cuya medida es la mínima estandarizada por el ICA para viveros comerciales productores de cacao.

Fotografía 12

Llenado de Bolsas con los Sustratos Establecidos.



Fotografía 13

Bolsas Organizadas en Era de Crecimiento



Para la identificación de las bolsas se les pegó cinta de enmascarar y asignándole su ID numérico, también cada tratamiento fue identificado con una paleta de pasta que describe la fecha de siembra, la especie, el número de plantas y el tipo de tratamiento, esto con la finalidad de facilitar la toma de datos y llevar un seguimiento evaluativo con veracidad (ver Fotografía 14 serie de imágenes). Adicionalmente se realizó una primera aplicación a los almácigos de Lorsban líquido (Insecticida) y Uniform (Fungicida) que penetre bien todo el sustrato, con el objetivo de desinfectar y eliminar posibles patógenos en los sustratos que puedan generar daños futuros a las plántulas.

Fotografía 14

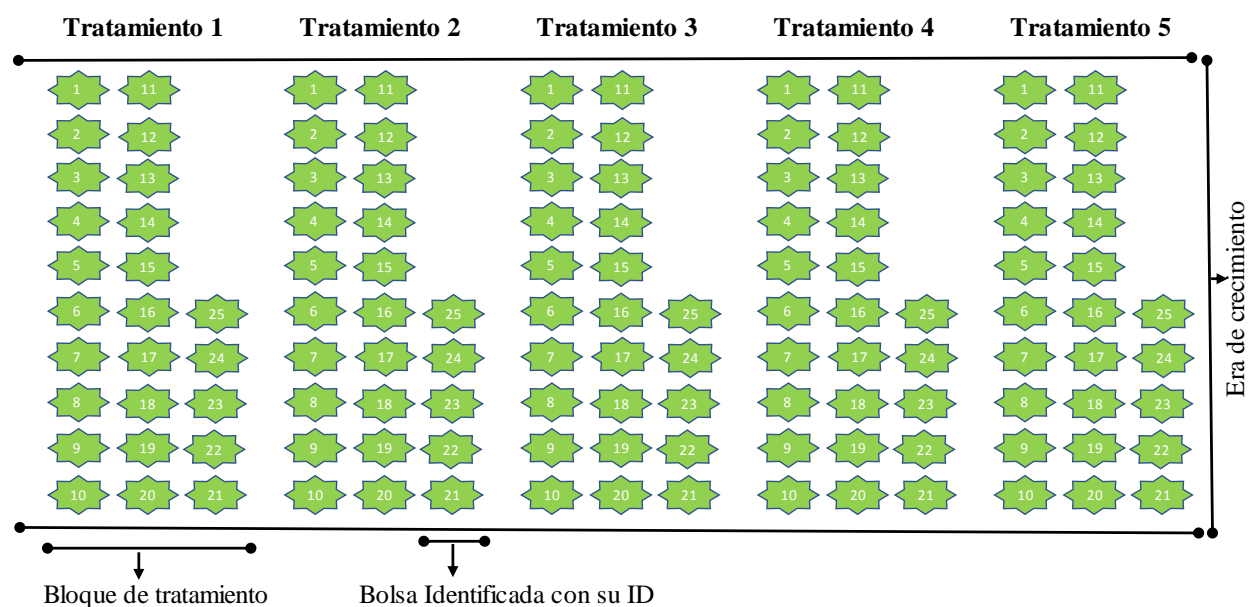
Serie de Imágenes, Identificación de los Tratamientos y Repeticiones



Por lo anterior, se da cumplimiento al modelo distributivo del bloque experimental en cada una de las especies evaluadas *C. odorata* L, *C. brunnea* A y *T. cacao* L como se expone en la (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) de forma dimensional.

Figura 3

Modelo Distributivo del Diseño experimental



Fuente: Propia del autor

Esta figura expone como planos el modelo de distribución de los tratamientos en la era de crecimiento dentro del vivero, para cada especie evaluada.

Tratamiento pregerminativo de las semillas

Para la germinación de las semillas se validó los siguientes métodos técnicos según información teórica de diversos autores como: (Gómez M y Toro J, 2007) y (Fedecacao, 2012) entre otros, sobre protocolos de germinación para las semillas de Cedro (*C. odorata L*), Sapan (*C. brunnea A*) y Cacao (*T. cacao L*).

Tratamiento pregerminativo en cedro

Las semillas de cedro no requieren tratamiento pregerminativo, más sin embargo con la finalidad de obtener una adecuada homogeneidad en la germinación, se seleccionaron las semillas viables para la siembra y se dejaron en agua con temperatura ambiente durante 24 horas y luego se procedió a la siembra.

Fotografía 15

Semillas de Cedro en Agua



Tratamiento pregerminativo en Sapan

Estas semillas no requieren tratamiento pregerminativo pon tanto no se realizó tratamiento para esta especie; no obstante, se dejan las semillas en agua por un periodo de 1 hora para que se hidraten y posteriormente presenten una germinación homogénea. Se determina este

tiempo basado en pruebas de campo hecho por el autor, donde las semillas denotan un rápido proceso de absorción de líquido. (Ver Fotografía 16 y 17)

Fotografía 16

Aplicación de Agua



Fotografía 17

Semillas Humedecidas



Tratamiento pregerminativo en Cacao

Una vez recolectadas las semillas se procede a separar el mucílago de la semilla con aserrín de madera seca, luego se lavan las semillas con agua y posteriormente y se depositan en caja de cartón con aserrín de madera seca humedecido, seguidamente se tapó y dejó en un lugar fresco durante 24 horas, tiempo que se estima están listas para la siembra. Pasada las 24 horas se seleccionan las semillas cuidadosamente, las presentan brote inicial de la radícula para su posterior siembra.

Este tratamiento se utilizó con la finalidad de seleccionar las semillas con el mejor vigor germinativo, de manera que se obtenga una propicia homogeneidad en la germinación. (Ver Fotografía 18 y 19)

Fotografía 18*Procedimiento de Lavado de Semillas.***Fotografía 19***Semillas Mezcladas con Aserrín***Siembra de las semillas**

Para iniciar la fase de siembra se tuvo presente la selección de las semillas, estas debían presentar propiedades de calidad como: genuidad, pureza, limpieza, sanidad y viabilidad, para luego realizar la debida siembra en cada bolsa, las semillas fueron sembradas aplicando una capa encima de sustrato correspondiente a la misma bolsa a una profundidad de 0.5cm; posteriormente se realizó una segunda aplicación de Lorsban líquido (Insecticida) y Uniform (Fungicida) para prevenir ataque de plagas y enfermedades.

En este diseño se utilizaron 125 semillas de Cedro, 125 semillas de Sapan y 125 semillas de Cacao para un total de 375 semillas.

Siembra de semillas de Cacao

El procedimiento se realizó a partir de protocolo en información teórica y experiencia práctica del autor. La posición de la semilla es direccionada en forma vertical con el brote de la radícula hacia abajo y luego de tapa con suelo de 0.5 a 1cm de profundidad.

Fotografía 20

Siembra de Semillas de Cacao en Bolsas

**Fotografía 21**

procedimiento de Siembra de Semilla en Bolsa



Siembra semillas de Cedro

Al igual que con las semillas de cacao se siembra una semilla por cada bolsa en todos los tratamientos, cubriéndolas con una capa de 0.5 cm de suelo del mismo sustrato de la bolsa. La posición de siembra fue de dirección horizontal.

Fotografía 22

Siembra Semillas de Cedro en Bolsas

**Fotografía 23**

Semilla de Cedro para Siembra



Siembra semillas de Sapan

En esta especie no se encontró información de teórica sobre métodos de siembra o posición de la semilla, por tanto, al momento de la siembra, la semilla se posiciona de forma aplanada o horizontalmente, posición en la que a menudo se encuentra en el medio natural. A si mismo se cubre con una capa de suelo de 0.5cm de la misma bolsa.

Fotografía 24

Semillas de Sapan Para Siembra



Fotografía 25

Siembra de Semillas de Sapan



Seguimiento del diseño experimental

El seguimiento se da en cada una de las etapas utilizándose 2 formatos diferentes con el fin de llevar trazabilidad de las muestras y describir su comportamiento a través del experimento, dando mayor cuidado a aspectos como manejo agronómico con control fitosanitario, la recolección o toma de datos, documentación de imprevistos y su evolución.

Fotografía 26

Seguimiento de las Especies Evaluadas



Manejo agronómico y control fitosanitario

La etapa de semillero en cualquier explotación agroforestal es una de las más delicadas puesto que una plántula sana tiene mayor capacidad de llegar así e incrementar su fortaleza antes de empezar producción, esto no es ajeno con especies silvestres que, aunque han generado algún tipo de resistencia, deben contar con un adecuado manejo agronómico que garantice la inocuidad del producto a plantar.

Con base en lo anterior es muy importante profundizar en factores determinantes como lo son:

Riego

El agua para el riego es tomada en un jaguey de un predio vecino y almacenada en tanque de 5.000 litros y por fuerza de gravedad activar el sistema de riego aéreo por microaspersión como se describe en el punto (Diseño de vivero), el área cuenta con 6 micro aspersores que cada uno genera un caudal de 28.5 Lts/h. Con base en lo anterior y en las características físicas sobre retención de agua que presentan algunos sustratos, en especial los T1, T3 y T4 por no presentar

contenido de cascarilla de arroz, se determinó realizar riego todos los días a excepto los días lluviosos y según la capacidad de campo, con una duración de 5 a 8 minutos proporcionando a los almácigos un aproximado de 14.25 a 22.8 Lts.

Manejo de Arvenses

Es necesario que las plántulas estén libres de malezas para evitar procesos de competencia por nutrientes, luz, agua entre otros elementos. adicionalmente estas pueden generar hospederos de plagas y enfermedades. Por tanto, se realizó un control periódico de malezas cada dos días durante las primeras 3 semanas, debido a que en este periodo las plántulas se encuentran muy pequeñas y son más vulnerables a sufrir daños si se deja esta actividad en un periodo más largo; posteriormente se realizó el control cada 8 días hasta el día final de evaluación. El método de control utilizado fue manual, donde se retiraba las arvenses junto con sus raíces, siendo este método más efectivo y sin daños a las plántulas.

Fotografía 27

Manejo de Arvenses en la Especie Cedro.



Manejo de plagas y enfermedades

Según diversos autores el tipo de plagas y enfermedades más significativas que se pueden presentar en etapa de vivero para las especies Sapan, Cedro y Cacao son las siguientes:

Tabla 21

Plagas y Enfermedades del T. cacao L, C. brunnea A y C. odorata L en Etapa de Vivero

Plagas	Agente dañino	Enfermedades	Agente dañino	Especies que afecta
Grillos	Gryllus campestris	Mal del talluelo	Hongo de <i>Pythium sp</i> , <i>Fusarium sp</i> y <i>Phytophthora sp</i>	Cacao y cedro
Gallina ciega	Phyllophaga spp.			Cacao y Cedro
Pulgón	Aphididae			Cacao
Cochinilla	Dactylopius coccus			Cacao y Cedro
Gusanos Peludos	Cerambycidae			Cacao, Cedro y Sapan
Hormigas	Atta sephalotes			Cacao, Cedro y Sapan
Barrenador de las meliáceas	Hypsipyla Grandella	Desecación o podrición de la raíz	Damping off	Cedro
		Escoba de Bruja	Crinipellis pernicioso	Cacao

Teniendo presente los agentes dañinos a los que son vulnerables las especies estudiadas, fue conveniente establecer un plan de prevención para evitar posibles afectaciones de plagas y enfermedades en las plántulas y un plan de control, para si se llegare a presentar alguna eventualidad.

Plan de prevención

este se determinó desde la fabricación de los sustratos y siembra de las semillas como se describe anteriormente en el punto “ Preparación de sustratos ” y en el punto “ Siembra”, no obstante se programó aplicaciones futuras periódicas, diversificadas cada 8 días con productos químicos como insecticidas: (Lorsban líquido y Ráfaga Liquido) y fungicidas: (Uniform y Ridomil), la diversificación de los productos es para evitar que se presente resistencia en las especies dañinas que se encuentren en el ambiente. Además, como complemento se estableció siembra de orégano como control biológico cumpliendo función alelopática, las cuales se ubicaron en los extremos de los almácigos.

Fotografía 28

Aplicación de Insecticida a las Plántulas.



Plan de control

Este plan se aplica, solo si se presenta alguna eventualidad de ataque de plagas. Para este se planifica una metodología de choque inmediata primeramente manual si es posible, como, por ejemplo: el Barrenador de las meliáceas, que una vez identificada la plaga se procede a realizar corte transversal del tallo afectado para retirar la oruga y eliminarla, el método manual se puede

realizar con los grillos, orugas defoliadoras y escoba de bruja. Adicionalmente se acorta el periodo de las aplicaciones de control químico y se duplica la dosis solo si es necesario.

Fotografía 29

*Rama de Cedro Afectada por
Barrenador de Meliáceas*



Fotografía 30

*Barrenador Extraído de Forma
Manual en la Planta*



Toma de datos y registro climático

Con la finalidad de obtener una información clara y precisa sobre desarrollo vegetativo de las plantas, se diseñaron dos formatos en el programa Microsoft office Excel que permitieron plasmar la información obtenida de una manera ordenada, clara y precisa; un primer formato precisó los datos en germinación de semillas y supervivencia de las plántulas y el segundo se recopiló la información sobre desarrollo en Altura, Diámetro y Número de hojas de las plántulas.

La toma de datos tuvo lugar por un lapso de tiempo de 90 días, en la que se realizaron mediciones y registros de las plántulas en desarrollo de las tres especies, con la finalidad de adquirir la información necesaria para el respectivo análisis y procesamiento estadístico.

La variable germinación se tomó diariamente desde su fase inicial hasta la fase final, la variable supervivencia se registró diariamente desde el inicio de la germinación hasta el día 90 y por último las variables Número de hojas, Diámetro y Altura se midieron cada tres días la

primera semana y luego cada 8 días hasta el día 90 de la evaluación. Para los registros de Diámetro se utilizó un medidor (pie de Rey digital, instrumento de medida de precisión que consiste en dos juegos de pinzas que sirven para medir exteriores e interiores de objetos) y para la toma de alturas fue necesario utilizar flexómetro.

Fotografía 31

Toma de Datos (Altura) en la Especie Cacao



Fotografía 32

Toma de Datos (Diámetro) en la Especie Cedro



Para el registro climático se tomó los promedios de los datos obtenidos durante los 90 días del periodo evaluativo de sustratos en cada especie. En el caso del Cacao y el cedro la evaluación se ejecutó durante el transcurso del 31 de mayo al 28 de agosto del 2019 y en la especie Sapan la evaluación se registró desde el 8 de junio hasta el 05 de septiembre del 2019, de esta manera se obtuvieron los siguientes registros agroclimáticos durante el estudio. (ver Tabla 22)

Tabla 22*Registro Climático Durante el Periodo Evaluativo*

Variables	Registro - evaluación en Cedro y Cacao	Registro - evaluación en Sapan
Precipitación (mm)	146.5	164.7
Velocidad del viento (Km/h)	1.1	1.1
Humedad (%)	78.9	78.3
Radiación solar (W/m ²)	330.1	348.06
Temperatura (°C)	26.8	26.9
Temperatura máxima (°C)	27.4	27.5
Temperatura minina (°C)	26.6	26.7
Periodo de registros	Mayo 31 a agosto 28 de 2019	Junio 08 a septiembre del 2019

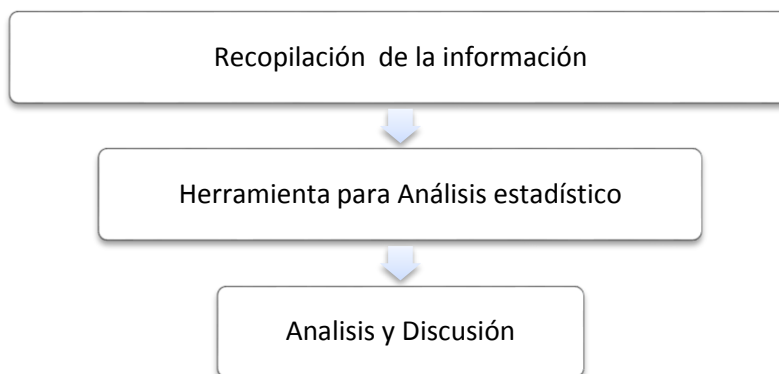
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por Isagen de la estación meteorológica La parroquia

Cabe notar que el periodo evaluativo se realizó durante la segunda etapa de bajas precipitaciones que se presentan en el año en esta zona, como se evidencio en la (Gráfica 2

Variabilidad Climática Sobre la Precipitación Mensual Durante el 2018). Los reportes en los dos periodos de evaluación presentan datos de comportamiento similares debido a que las diferencias en los rangos de los periodos lo separan una semana aproximadamente.

Etapas de análisis y discusión

En esta etapa se evidencian los resultados obtenidos durante el experimento, datos recolectados mediante los formatos (evaluación en germinación y supervivencia) y el formato de (evaluación de Altura, Diámetro y N° de hojas), además su respectivo análisis estadístico, conclusiones y articulación del documento final.



Recopilación de los datos

Una vez se registró la información toda la información en campo se procedió a la digitación de los datos obtenidos sobre los formatos diseñados por el autor de este estudio en el programa Microsoft office Excel. (Ver anexos)

Herramienta para análisis estadístico

El análisis de las variables (germinación y supervivencia) se utilizó el programa de Microsoft office Excel mediante el cual se fijaron los resultados en porcentajes (%).

En el análisis estadístico y de varianza para las variables (Altura, Diámetro y N° de hojas) se tomaron los datos digitados en el programa Microsoft office Excel, se organizan en modelo de base de datos y posteriormente se migraron al programa estadístico "Rwizard" (de uso libre y

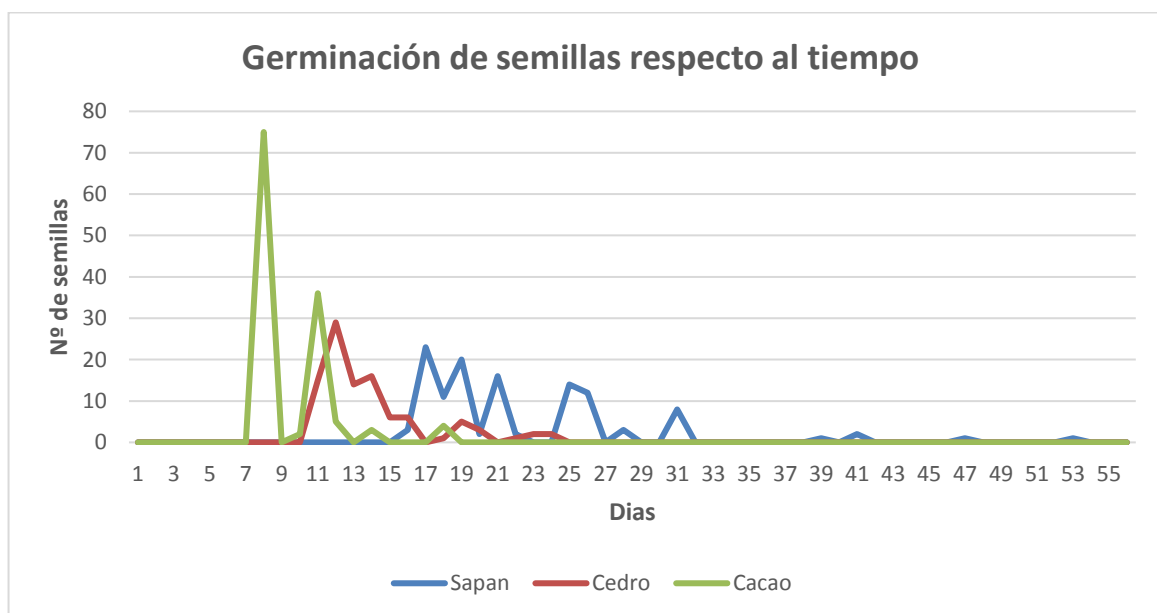
previamente calibrado) mediante el cual se establecieron las diferencias significativas de cada uno de los resultados, brindando insumos importantísimos para la interpretación de los comportamientos estudiados.

Análisis y discusión

Este experimento brinda información cuantiosa sobre el comportamiento germinativo de las especies estudiadas pudiendo observar similitudes y diferencias en el proceso de emergencia embrionaria, reforzando conocimientos explícitos en la propagación de cada una de las especies evaluadas. En la siguiente grafica se expone de manera general el comportamiento germinativo respecto al tiempo en las tres especies evaluadas.

Gráfica 5

Germinación General de las Semillas de Cacao, Cedro Y Sapan Respecto al Tiempo



Debido a que la fenología de germinación en cada especie son diferentes no se hacen comparaciones más, sin embargo, se resalta la precocidad de germinación de las semillas en cada especie, donde el Cacao se encuentra en primer lugar seguido por Cedro y al final se encuentra el Sapan quien presenta germinaciones más tardías y con algunos casos de semillas latentes.

Resultados de la especie Cacao (*T. cacao L*) variedad IMC67

Para establecer la influencia de los sustratos en el desarrollo del *T. cacao L* se valoraron algunos parámetros morfológicos de las plántulas de los cuales fueron objeto de estudio: altura, diámetro del tallo y Numero de hojas desarrollas, no obstante, primeramente, se evaluaron el comportamiento de la germinación de semillas y la supervivencia de las plántulas.

Análisis en germinación y supervivencia

Se realizo el análisis con base en los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos resumido en la gráfica 6.

Gráfica 6

Comportamiento de Germinación y Supervivencia en T. cacao L



El punto de germinación se determinó cuando la semilla presentaba los cotiledones sobre la superficie del suelo. La respuesta de germinación en cada uno de los tratamientos fue del 100% en todos los tratamientos sin diferencias significativas, mostrando un comportamiento favorable a las condiciones del suelo, humedad temperatura y demás condiciones ambientales.

La supervivencia de las plántulas se evaluó teniendo en cuenta un periodo de tiempo de noventa (90) días desde el inicio de la germinación, presentando una supervivencia del 100% en los tratamientos 2, 3, 4 y 5, mientras el tratamiento 1 (Testigo) presentó la muerte de una (1) plántula que equivale de a un 96% de supervivencia en este tratamiento; haciendo seguimiento a esta variación se hace disección y descripción del espécimen muerto, verificado que desde la semilla presento un bajo vigor germinativo dada a que esta fue la última semilla en germinar entre el tratamiento.

Fotografía 33

Semilla de Cacao con Lento Vigor Germinativo



No obstante cuatros (4) días antes de la muerte de la plántula se evidencio el ataque del ápice de la misma por posibles de insectos del orden (Ortóptera), causas que pudieron desencadenar la muerte de la plántula ya que no se observó a la vista posible ataque de hongos u otras patologías.

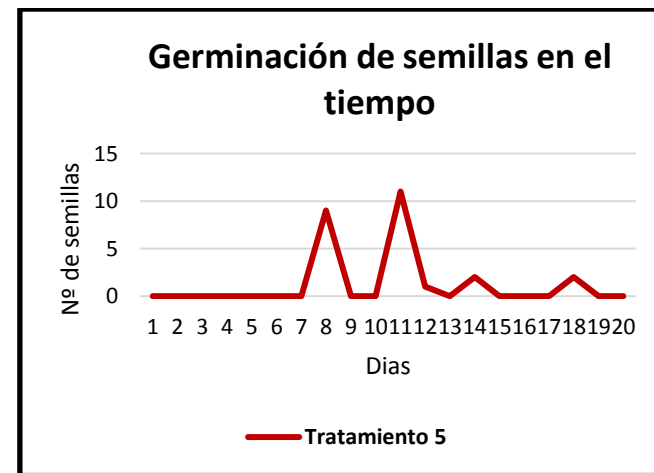
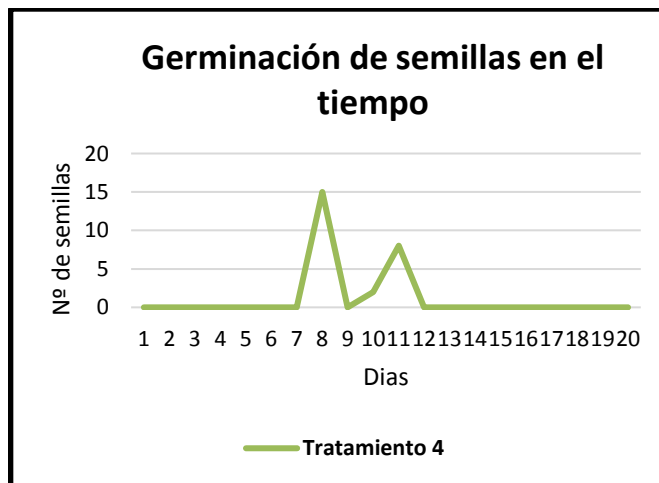
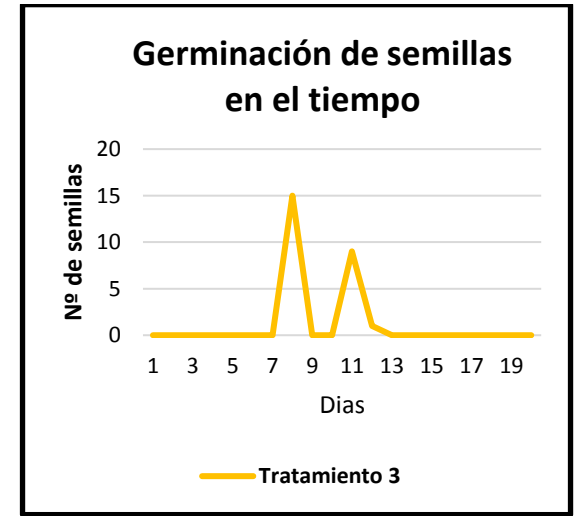
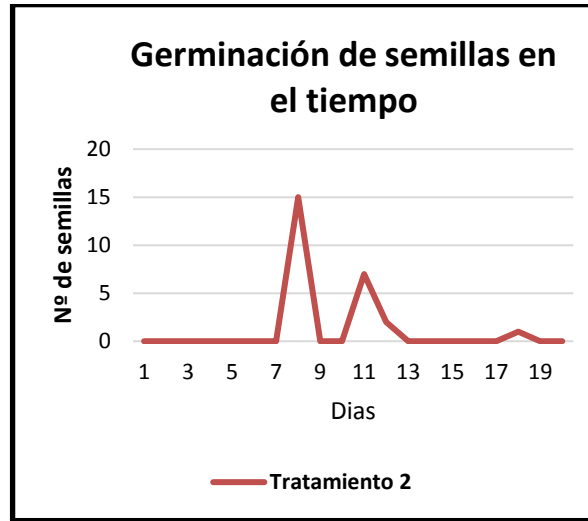
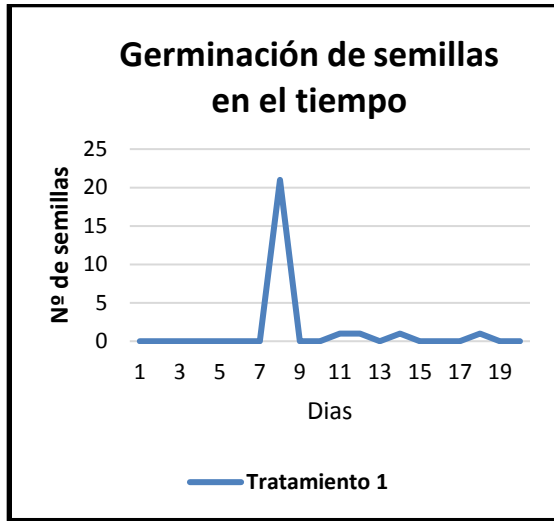
A si mismo se comprueba que en investigaciones realizadas por otros autores (Cuvi M, Rodriguez Y, Carrera K, Azansa M y Soria S, 2015) y (Llerena L, Bermeo C y plaza P, 2017) muestran que los porcentajes de germinación en sustratos a base de tierra con cascarilla de arroz y abono orgánico como la gallinaza presentan resultados casi similares, deduciendo que comportamiento germinativo en estos tipos de sustratos son óptimos.

Lo anterior evidencia el vigor germinativo que presentan las semillas de IMC67 en diferentes composiciones de sustratos a base de suelos franco arcillosos, resaltando a su vez un adecuado tratamiento de las semillas antes de su siembra. Así mismo la supervivencia de las plántulas están basadas en un adecuado sustrato que cumplan con las algunas características mínimas de exigencia de las plantas como a su vez el manejo agronómico optimo y oportuno.

Comportamiento germinativo de las semillas respecto al tiempo, en los diferentes tratamientos.

Gráfica 7

Serie de Graficas Sobre el Comportamiento de la Germinación de las Semillas Respecto al Tiempo T. cacao L en los Cinco Tratamientos.



La germinación dio inicio el día 7 después de la siembra en todos los tratamientos y finalizo el día 18 en los tratamientos 1, 2 y 5; mientras el tratamiento 3 finaliza la germinación el día 13 y por último el tratamiento 4 culmina el día 12. El mayor número de semillas germinaron desde el día 8 al día 11, donde el tratamiento numero 1 evidencio un rendimiento germinativo sobresaliente sobre los demás tratamientos en la etapa inicial de germinación con 21 semillas germinadas el día 8 que equivale al 84%, (Ver grafica 7) donde afirma que el inicio de la germinación en las semillas de cacao se dio el día 8 después de la siembra y uniformándose hasta el día 12.

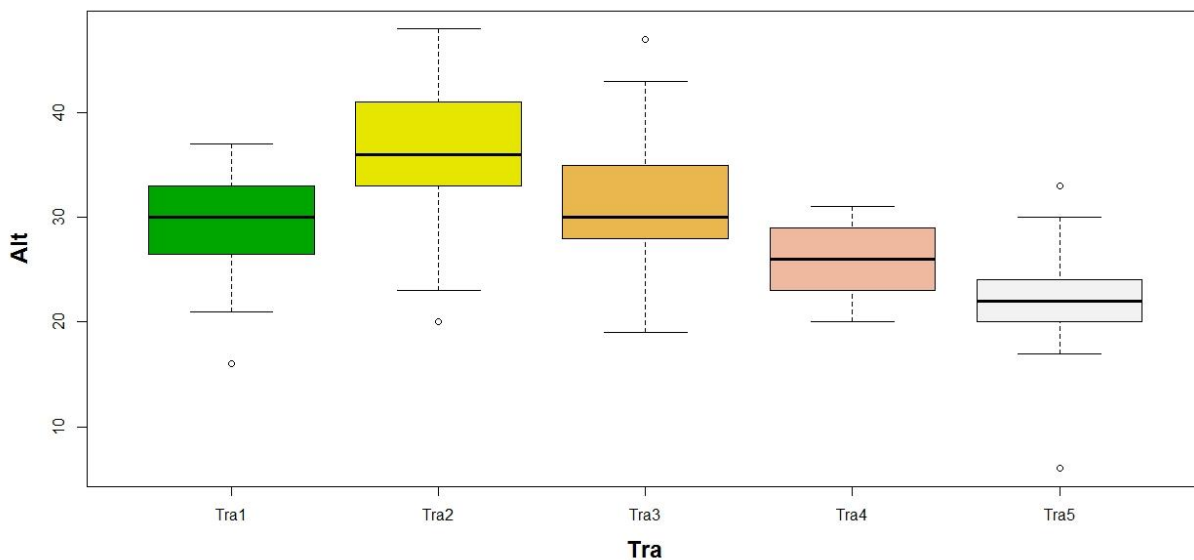
Análisis en la influencia de los sustratos en el crecimiento u desarrollo de la planta

Se realizo la prueba de Anova de una vía, la cual consiste en la determinación de diferencias estadísticas significativas entre las medidas de los tratamientos evaluados, la Anova se aplicó en las tres variables de crecimiento de las plantas: Altura, Diámetro y N° de hojas.

Altura

Gráfica 8

Boxplot - Resultado Final de las Alturas en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Cacao



De acuerdo con la Gráfica 8 que resume el resultado final sobre como terminaron los tratameintos en esta variable, se identifica el tratameinto numero 2 como el que obtuvo mejor rendimiento en altura con una mediana de 36 cm, seguido por el tratamiento 1 y 3 que presentaron 30 cm respectivamente; luego el tratameinto 4 obtiene 26 cm y el tratameinto 5 con el mas bajo rendimiento con un 22 cm en la mediana. Al observar los constraentes entre el tratameinto testigo frente a los tratameintos 4 y 5 se evidencia que este presenta un rendimiento mas alto y menor rendimiento frenta a los tratamientos T2 y T3.

Esto tiene sustento en la preferencia del cacao por suelos con estructuras altamente porosas y texturas preferiblemente francos, condiciones que el tratameinto 2 presenta por el contenido de cascarilla de arroz , ofreciendo mayor disponibilidad de crecimiento rapido de las raices viendose reflejado en su desarrollo de altura; ademas si los suelos presentan un PH

cercano a la neutralidad se ofrece una mayor disponibilidad de nutrientes a las plantas y con un equilibrio adecuado.

Ilustración 1

Salidas Estadísticas – Resultado Final Altura Especie Cacao

1. Tabla Anova - Alt

```
[[2]]
Anova Table (Type III tests)

Response: datos2$valores
          Sum Sq Df F value    Pr(>F)
(Intercept) 104609  1 3355.752 < 2.2e-16 ***
datos2$F1      3074  4   24.654 7.065e-15 ***
Residuals    3710 119
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

2. Test de Normalidad de datos

```
[[4]]

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data: residuos
D = 0.072849, p-value = 0.1098
```

3. Test homogeneidad de varianzas

```
[[6]][[2]]

modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute
deviations from the median

data: datos3$residuos
Test Statistic = 1.7501, p-value = 0.1435
```

2. Contraste prueba de Tukey

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dv ~ Factor1)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
2 - 1 == 0	7.395	1.596	4.635	< 1e-04 ***
3 - 1 == 0	2.715	1.596	1.702	0.436824
4 - 1 == 0	-3.525	1.596	-2.209	0.183454
5 - 1 == 0	-6.965	1.596	-4.365	0.000266 ***
3 - 2 == 0	-4.680	1.579	-2.964	0.029630 *
4 - 2 == 0	-10.920	1.579	-6.915	< 1e-04 ***
5 - 2 == 0	-14.360	1.579	-9.093	< 1e-04 ***
4 - 3 == 0	-6.240	1.579	-3.951	0.001208 **
5 - 3 == 0	-9.680	1.579	-6.130	< 1e-04 ***
5 - 4 == 0	-3.440	1.579	-2.178	0.195080

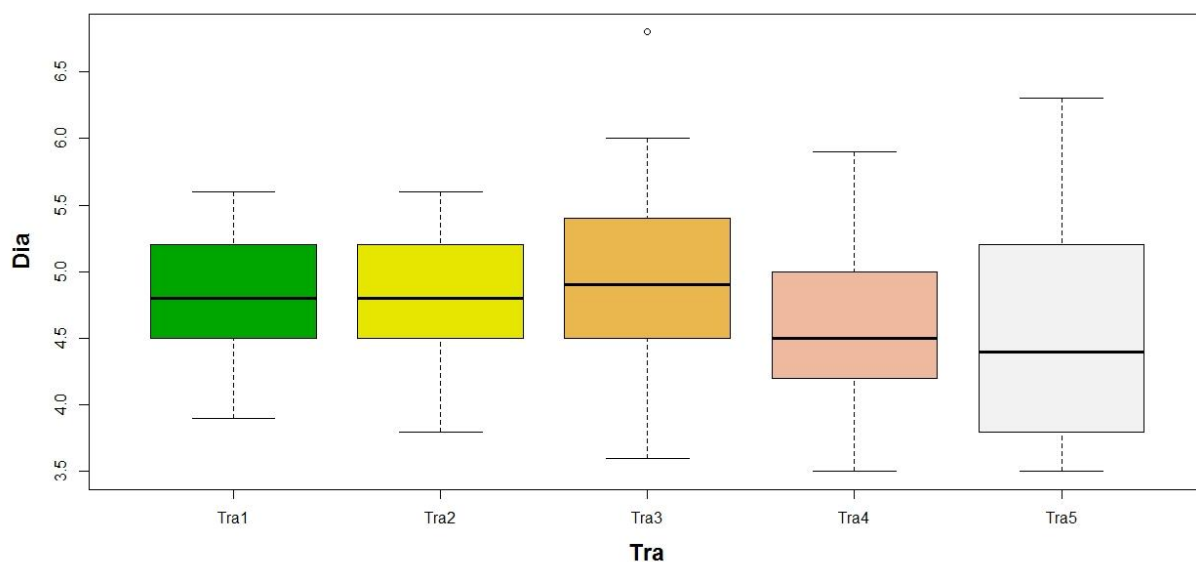
De manera que se evidencia claramente las diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable, por ende, se rechaza la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p de $7.065e-15$, comprobando que existe diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en este estudio. Estas diferencias se comprobaron mediante la prueba Tukey que mostro los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos frente al tratamiento testigo T1 (ver Ilustración 1 prueba Tukey). Esta prueba consiste en comparar los tratamientos dos a dos si existen diferencias significativas entre ellos sobre sus medidas para evaluar las hipótesis.

Se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas de la Anova, para el supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) arrojando el valor de p 0.1098, comprobando que los datos a esta variable se encuentran en una distribución normal y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type con un valor de p de 0.1435, comprobando que las varianzas fueron homogéneas. (ver Ilustración 1)

Diámetro

Gráfica 9

Boxplot, Resultado Final del Diámetro en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Cacao



La representación de la Gráfica 9 resume el resultado final de la evaluación de los tratamientos en esta variable. Se puede observar que los tratamientos 1 y 2 tuvieron un comportamiento similar registrando una mediana de 4.8 y 4.8 mm respectivamente; el tratamiento 3 fue el que obtuvo el registro más alto con 4.9 mm; mientras los tratamientos 4 y 5 obtuvieron los rendimientos más bajos posicionando una mediana de 4.5 y 4.4 mm respectivamente. Al comparar el tratamiento testigo frente a los demás tratamientos, se

evidencia cierta similitud en rendimiento frente a los tratamientos 2 y 3, mientras con los tratamientos 4 y 5 presenta un rendimiento un poco mas alto, pero no tan representativo.

El rendimiento sobresaliente del T3 se podria fundamentar en la capacidad de intercambio cationico que este prodria presentar, ya que las arcillas y la materia organica tienen la propiedad de comportarsen como iones de carga negativa, aniones, de manera que son capaces de retener o absorber cationes, teniendo la capacidad el suelo de retener los nutrientes nesarios para nutrir las plantas, como por ejemplo: el calcio, que promueve la formacion de raices mejorando el vigor de las plantas, rigidez del tallo entre otras funciones.

Ilustración 2

Salidas Estadísticas – Resultado Final Diámetro Especie Cacao

1. Tabla Anova - Diam	2. Contraste prueba de Tukey
<pre>[[2]] Anova Table (Type III tests) Response: datos2\$valores Sum Sq Df F value Pr(>F) (Intercept) 2772.91 1 7137.3094 < 2e-16 *** datos2\$F1 3.64 4 2.3441 0.05864 . Residuals 46.23 119 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</pre>	<pre>[[9]] Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: lm(formula = dv ~ Factor1) Linear Hypotheses: Estimate Std. Error t value Pr(> t) 2 - 1 == 0 0.0285 0.1781 0.160 0.9999 3 - 1 == 0 0.1765 0.1781 0.991 0.8590 4 - 1 == 0 -0.1835 0.1781 -1.030 0.8409 5 - 1 == 0 -0.3115 0.1781 -1.749 0.4084 3 - 2 == 0 0.1480 0.1763 0.839 0.9177 4 - 2 == 0 -0.2120 0.1763 -1.203 0.7499 5 - 2 == 0 -0.3400 0.1763 -1.929 0.3080 4 - 3 == 0 -0.3600 0.1763 -2.042 0.2526 5 - 3 == 0 -0.4880 0.1763 -2.768 0.0503 . 5 - 4 == 0 -0.1280 0.1763 -0.726 0.9501 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Adjusted p values reported -- single-step method)</pre>
<pre>2. Test de Normalidad de datos [[4]] Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test data: residuos D = 0.062219, p-value = 0.2822</pre>	
<pre>3. Test homogeneidad de varianzas [[6]][[2]] modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute deviations from the median data: datos3\$residuos Test Statistic = 2.0715, p-value = 0.08881</pre>	

Por tanto se evindencia en la anova que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable, y por ende, se acepta la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p

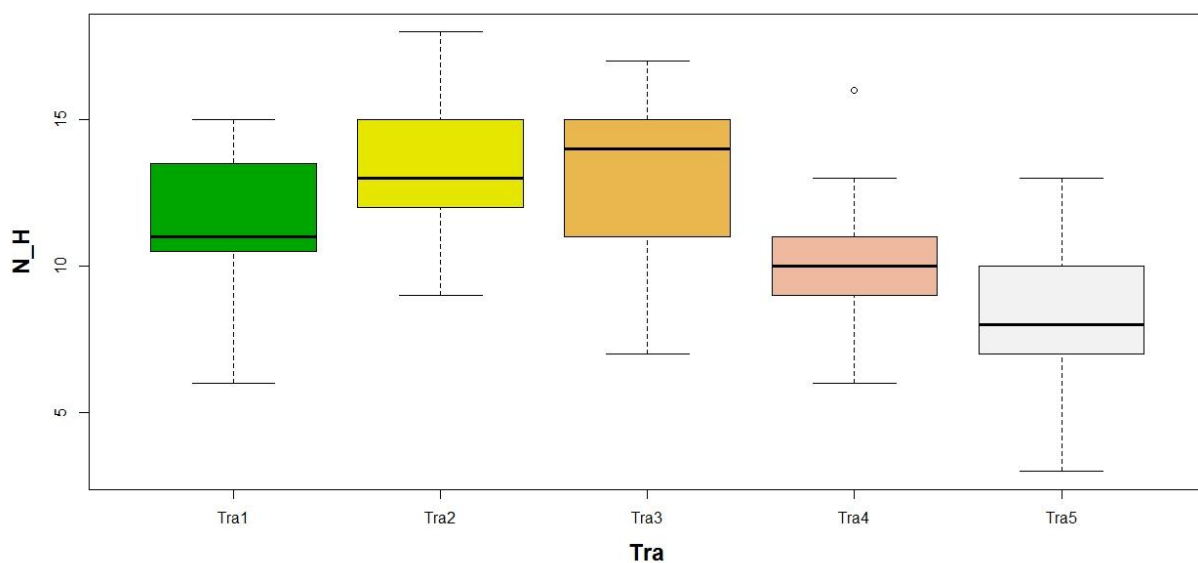
de 0.05864, comprobando que no existe diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en este estudio. Se comprueba el análisis mediante la prueba Tukey que mostró los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos entre sí, sin encontrarse diferencias algunas. (ver Ilustración 2 prueba Tukey)

Se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas de la Anova, para el supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) arrojando el valor de p 0.2822, comprobando que los datos a esta variable se encuentran en una distribución normal y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type con un valor de p de 0.08881, comprobando que las varianzas fueron homogéneas. (ver Ilustración 2)

Numero de hojas

Gráfica 10

Boxplot, Resultado Final del Número de Hojas en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Cacao



La Gráfica 10 refiere el resultado final de los tratameintos en esta variable. Es visible identificar el tratameinto 3 como el que obtuvo mejor rendimiento en numero de hojas con una mediana de 14 H, seguido por el tratamiento 2 con 13 H; el testigo con de 11 H respectivamente, luego el tratameinto 4 obtiene 10 H y el tratameinto 5 con el mas bajo rendimiento con un 8 H en su mediana. Al observar los constrantes entre el tratameinto testigo frente a los tratameintos 4 y 5 se evidencia que este presenta un un rendimiento mas alto y es inferior fente a los tratamientos T2 y T3.

El cacao es una planta exigente en materia organica, como se ha mencionado anteriormente el buen nivel del CIC que presente el suelo con un PH netural es provechoso para que las plantas tomen los nurientes necesarios para su optimo desarrollo, dado al caso el T3 da respuesta a la absorsion de Nitrogeno cuyo elemento aumenta el vigor de las plantas, da el color verda a la hojas y favorece el crecimiento del follaje; a si mismo el magnesio y el Hierro elementos asosiados a la produccion de clorofila.

Si bien se podria esperar que el T4 podria presentar mejores resultados en la emision de hojas por las características nutricionales de la gallinaza en ser alta en nitrogeno no fue el asunto, esto pudos ser debido al desarrollo mas lento que obtuvo por posible compactacion del sustrato, a si mismo se podria decir del T5 que por su composiocion de materia organica y cascarilla de arroz debio tener mejores resultados, mas este presento el desarrollo mas deficientes de todos los tratamientos; esto pudo ser causado por bloqueo de elementos al integrar los dos componentes de fuente animal, ya que en este evidencio deficiencias nutrionales en casi todas las plantulas de la muestra (Ver anexos fotografias de resultados)

Ilustración 3

Salidas Estadísticas – Resultado Final Numero de Hojas Especie Cacao

1. Tabla Anova – Nº_H	2. Contraste prueba de Tukey
<pre>[[2]] Anova Table (Type III tests) Response: datos2\$valores Sum Sq Df F value Pr(>F) (Intercept) 16126.8 1 2770.37 < 2.2e-16 *** datos2\$F1 453.1 4 19.46 2.426e-12 *** Residuals 692.7 119 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</pre>	<pre>Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: lm(formula = dv ~ Factor1) Linear Hypotheses: Estimate Std. Error t value Pr(> t) 2 - 1 == 0 1.8117 0.6895 2.628 0.07181 . 3 - 1 == 0 1.4917 0.6895 2.163 0.20088 4 - 1 == 0 -1.5483 0.6895 -2.246 0.17038 5 - 1 == 0 -3.2683 0.6895 -4.740 < 1e-04 *** 3 - 2 == 0 -0.3200 0.6824 -0.469 0.98997 4 - 2 == 0 -3.3600 0.6824 -4.924 < 1e-04 *** 5 - 2 == 0 -5.0800 0.6824 -7.444 < 1e-04 *** 4 - 3 == 0 -3.0400 0.6824 -4.455 0.00019 *** 5 - 3 == 0 -4.7600 0.6824 -6.975 < 1e-04 *** 5 - 4 == 0 -1.7200 0.6824 -2.520 0.09289 . --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Adjusted p values reported -- single-step method)</pre>
<pre>[[4]] Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test data: residuos D = 0.075264, p-value = 0.08137</pre>	
<pre>[[6]][[2]] modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute deviations from the median data: datos3\$residuos Test Statistic = 0.40162, p-value = 0.8072</pre>	

De manera que se evidencia claramente las diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable, por ende, se rechaza la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p de 2.426×10^{-12} , comprobando que existe diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en este estudio. Las diferencias se comprobaron mediante la prueba Tukey que mostro los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos entre sí. (ver Ilustración 1 prueba Tukey)

Se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas de la Anova; el supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) arrojando el valor de p 0.08137, comprobando que los datos a esta variable se encuentran en una distribución normal y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type con un valor de p de 0.8072, comprobando que las varianzas fueron homogéneas. (ver Ilustración 1)

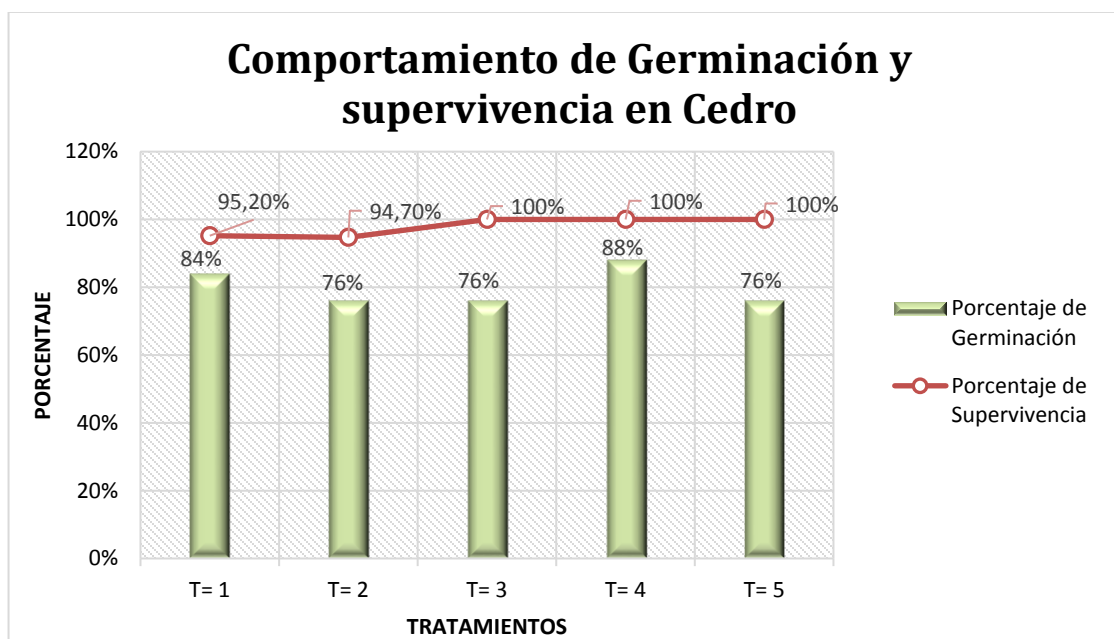
De lo anterior se deduce que para obtención de un mejor comportamiento en altura, se encuentran en las características físicas del sustrato con una textura adecuada que genere una porosidad óptima para la entrada de oxígeno y sin limitaciones para crecimiento radicular, propiedades que se logra con la aplicación de cascarilla de arroz a suelos arcillosa; así mismo para el desarrollo del Diámetro se puede concluir que las condiciones de todos los tratamientos son óptimas para esta variable debido a las condiciones de suelos franco arcillosos con pH balanceados; y por último la variable números de hojas se puede decir que el aporte de la materia orgánica aumenta la CIC que permite una mejor asimilación de nutrientes a las plantas en la que se refleja la absorción de Nitrógeno. A manera de conclusión se puede afirmar que un sustrato con suelos arcillosos asociados con materia orgánica de estiércol de vaca bien descompuesto, es una buena opción para la siembra y el desarrollo de esta especie.

Resultado de la especie Cedro (*C. odorata* L)

Para establecer la influencia de los sustratos en el desarrollo del *C. odorata* L se valoraron algunos parámetros morfológicos de las plántulas de los cuales fueron objeto de estudio: altura, diámetro del tallo y Numero de hojas desarrollas, no obstante, primeramente, se evaluaron el comportamiento de la germinación de semillas y la supervivencia de las plántulas.

Análisis en germinación y supervivencia final

Se realizo el análisis con base en los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos resumido en la Gráfica 11

Gráfica 11*Comportamiento en Germinación y Supervivencia de C. odorata L*

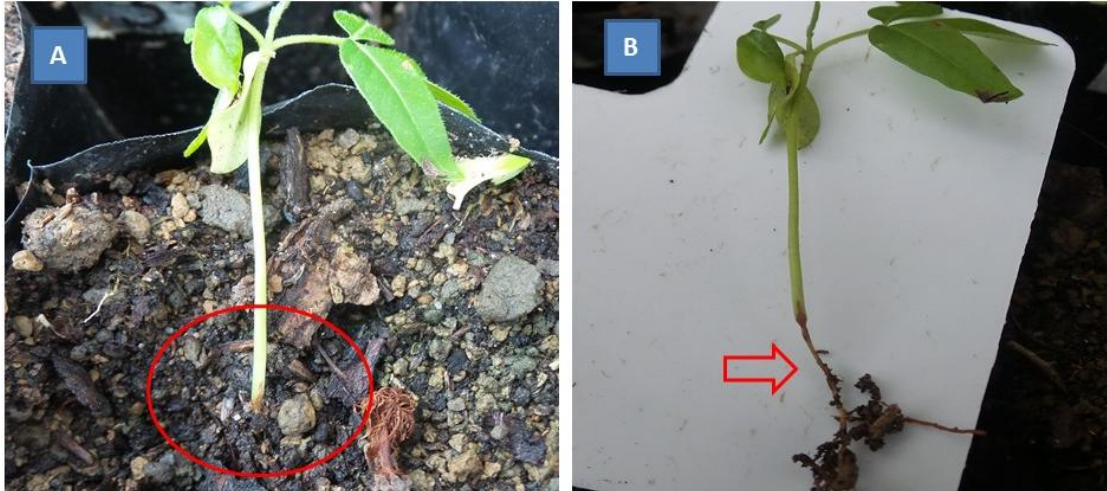
El punto de germinación se determinó a partir cuando los cotiledones de la semilla se encontraban sobre la superficie del suelo. El comportamiento germinativo fue paralelo en los tratamientos 2, 3 y 5 teniendo una representación del 76% en germinación de cada uno de ellos, mientras el tratamiento 1 alcanzó una germinación del 84% y el tratamiento cuatro obtuvo una germinación del 88%, presentando este último una mejor respuesta germinativa, mostrando unas condiciones ambientales favorables que influyen en la dormancia de la especie.

En la supervivencia de las plántulas se evaluó teniendo cuenta un periodo de tiempo trazado desde el inicio de la germinación hasta el día 90; se evidenció una supervivencia del 100% en los tratamientos T3, T4 y T5, mientras el tratamiento T1 (Testigo) presentó una supervivencia del 95.2% y el tratamiento T2 (Suelo + Cascarilla de arroz) manifestó una supervivencia del 94.7% respectivamente, es decir, cada tratamiento tuvo la muerte de una plántula.

Realizando seguimiento de la variación se hace disección del espécimen muertas.

Fotografía 34

Afectación en Plántula de Cedro por Hongos



A) Plántula con afectación de raíz

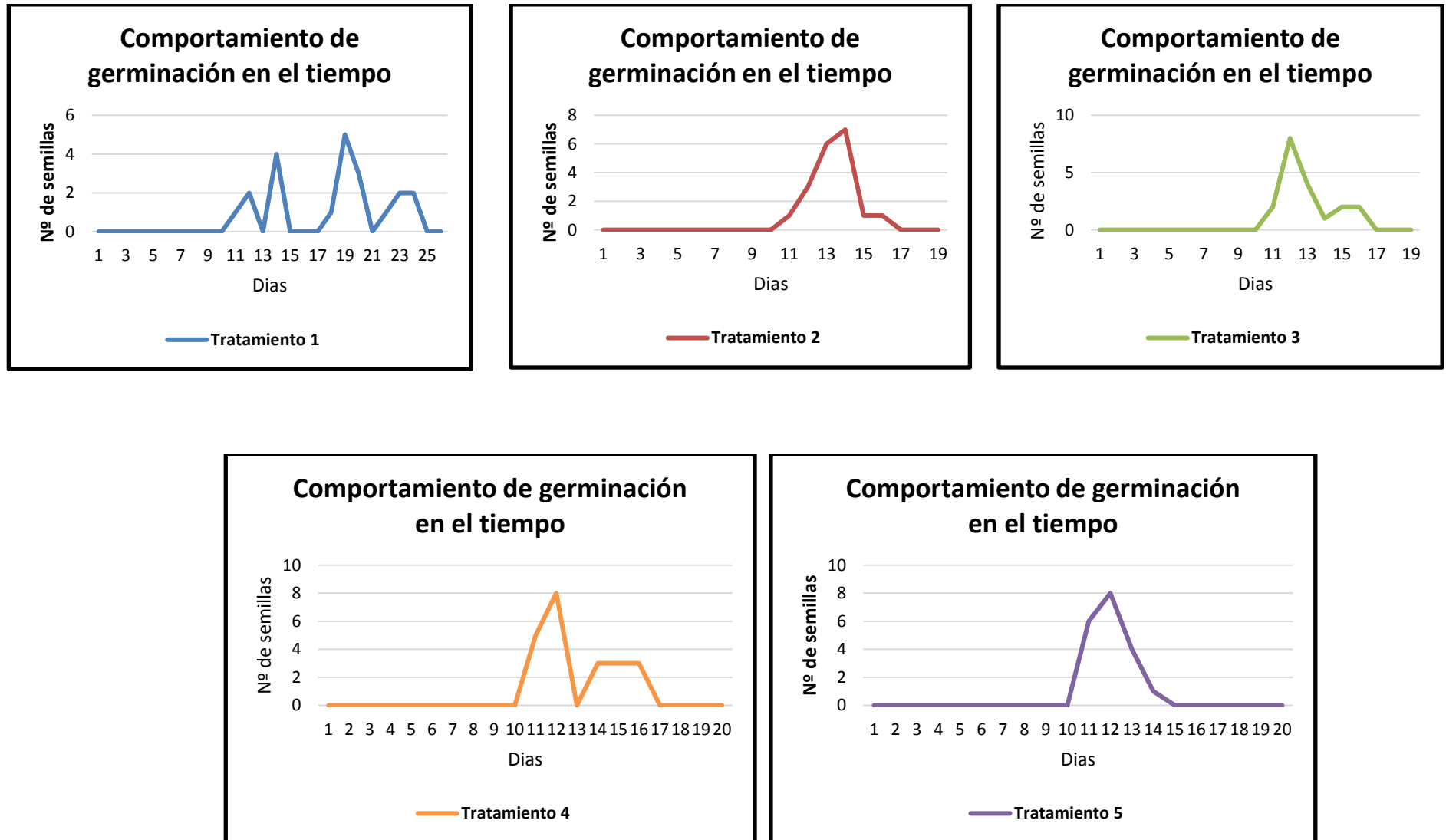
B) afectación de raíz por posible ataque de hongos

Según los hallazgos encontrados las muertes de las plántulas puede deberse a una asociación de hongos llamado Damping off, comprobando la susceptibilidad se esta especie a este tipo de patógenos reportados por algunos autores

Comportamiento germinativo de las semillas en el tiempo

Gráfica 12

Serie de Graficas Sobre el Comportamiento de Germinación con Respecto al Tiempo de C. odorata L en los Diferentes Tratamientos



El inicio de la germinación se evidencio en el día 11 en todos los tratamientos y finalizó el día 25 en el tratamiento 1 (Testigo), mientras los tratamientos 2, 3 y 4 finalizan la germinación el día 16 y por último el tratamiento 5 culmina el día 14. De manera general el mayor número de semillas germinaron desde el día 11 al día 14 en todos tratamientos, donde se resalta el tratamiento número 5 que presentó un rendimiento germinativo que partió del día 11 al día 14.

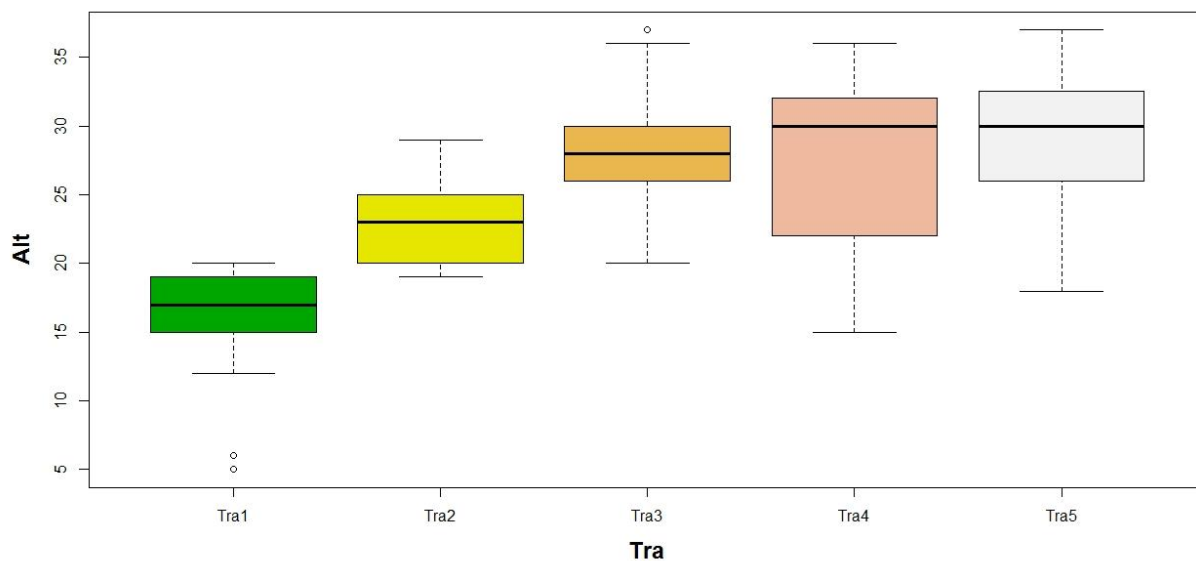
Análisis en la influencia de los sustratos en el crecimiento u desarrollo de las plantas

Se realizo la prueba de Anova de una vía para determinación de diferencias significativas en las tres variables de crecimiento de las plantas: Altura, Diámetro y N° de hojas.

Altura

Gráfica 13

Boxplot, Resultado Final de las Alturas en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Cedro



El comportamiento final de variable altura se expone en la grafica 12 donde se deja evidenciar los tratamientos 4 y 5, como los que presentaron mejores rendimientos obteniendo una mediana de 30 cm en altura, seguido por el tratamiento 3 con 28 cm; mientras el tratamiento 2 presento 23 cm respectivamente, y el tratameinto 1 mostró el mas bajo rendimiento con 17 cm en su mediana. Al observar los constrantes entre el tratameinto 1 (testigo) frente a los demas tratameintos se evidencia que este presenta el rendimiento mas bajo de todos.

Este comportamiento de la variables reflejan una respuesta positiva a los tramientos que contienen materia organica de origen animal como son los T3, T4 y T5, comparados con los T1 y T2, siendo el tratamiento T4 (suelo+gallinaza) un poco mas representativo que el T3 (suelo+estiercol vacuno), no obstante el T5 aunque presenta una mediana similar al T4, refiere un mejor rendimiento al observarse la caja con un agrupamiento de los datos por encima del tratamiento T4. Esto puede fundamentar en que los niveles de N y P suelen ser un poco superiores al estiercol vacuno los cuales estimulan el desarrollo de raices (P) y tallos (N), a si mismo con el manganeso que aporta en el crecimiento de las plantulas.

Ilustración 4

Salidas Estadísticas – Resultado Final Altura Especie Cedro

1. Tabla Anova - Alt	2. Contraste prueba de Tukey
<pre>[[2]] Anova Table (Type III tests) Response: datos2\$valores Sum Sq Df F value Pr(>F) (Intercept) 60483 1 2742.452 < 2.2e-16 *** datos2\$F1 2439 4 27.649 3.945e-15 *** Residuals 2051 93 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</pre>	<pre>[[9]] Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: lm(formula = dv ~ Factor1) Linear Hypotheses: Estimate Std. Error t value Pr(> t) 2 - 1 == 0 7.2722 1.5258 4.766 <0.001 *** 3 - 1 == 0 12.0500 1.5045 8.009 <0.001 *** 4 - 1 == 0 11.6409 1.4509 8.023 <0.001 *** 5 - 1 == 0 13.7868 1.5045 9.164 <0.001 *** 3 - 2 == 0 4.7778 1.5447 3.093 0.0215 * 4 - 2 == 0 4.3687 1.4926 2.927 0.0340 * 5 - 2 == 0 6.5146 1.5447 4.217 <0.001 *** 4 - 3 == 0 -0.4091 1.4708 -0.278 0.9987 5 - 3 == 0 1.7368 1.5237 1.140 0.7848 5 - 4 == 0 2.1459 1.4708 1.459 0.5913 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Adjusted p values reported -- single-step method)</pre>
2. Test de Normalidad de datos	
<pre>[[4]] Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test data: residuos D = 0.075874, p-value = 0.1788</pre>	
3. Test homogeneidad de varianzas	
<pre>[[6]][[2]] modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute deviations from the median data: datos3\$residuos Test Statistic = 1.9927, p-value = 0.102</pre>	

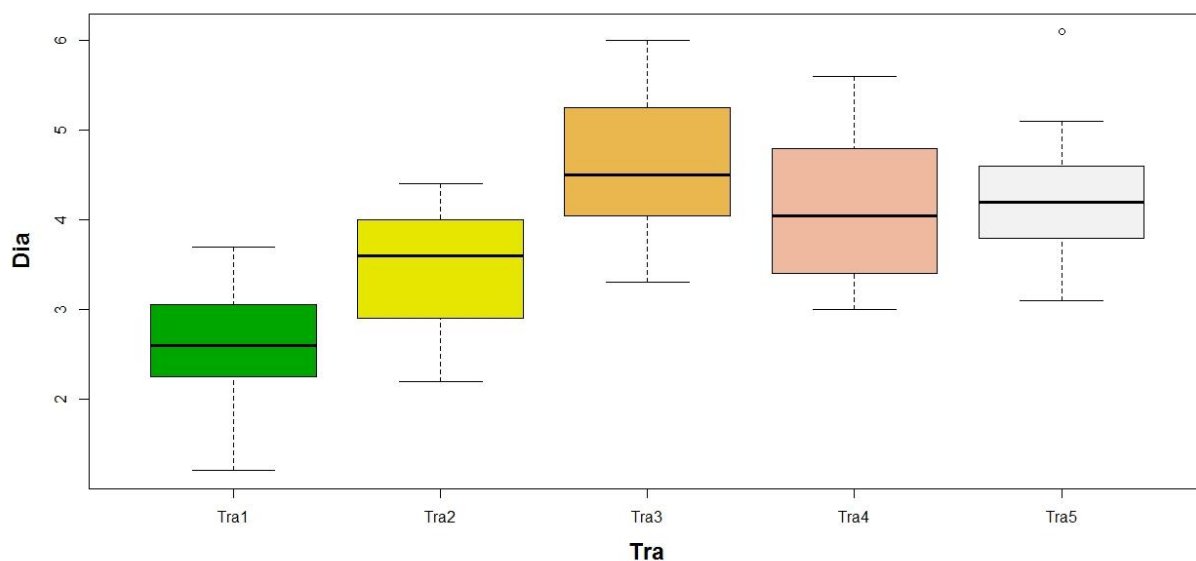
En contexto se identifican diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable, por tanto, se rechaza la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p de $3.945e-15$, probando que existe diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en este estudio. Las diferencias se comprobaron mediante la prueba Tukey que mostro los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos entre sí, . (ver Ilustración 4 prueba Tukey)

Se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas de la Anova; el supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) arrojando el valor de p 0.1788, comprobando que los datos a esta variable se encuentran en una distribución normal y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type con un valor de p de 0.102, Comprobando que las varianzas fueron homogéneas. (ver Ilustración 4)

Diámetro

Gráfica 14

Boxplot, Resultado Final del Diámetro en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Cedro



La Gráfica 14 presenta el comportamiento final de esta variable. Se observa primeramente que el tratamientos 3 obtuvo un mejor rendimiento que los demás tratamientos, alcanzando una mediana de 4.5 mm, seguido por el tratamiento 5 con 4.2 mm; mientras el tratamiento 4 presentó 4.05 mm respectivamente, el tratamiento 2 se posicionó en 3.6 mm. Y por último el tratamiento 1 obtuvo una mediana de 2.6 mm posicionándose entre el de menor rendimiento. Al observar los contrastes entre el tratamiento 1 (testigo) frente a los demás tratamientos se evidencia que este presenta el rendimiento más bajo de todos.

Según (Cárdenas L, 2016) cita a autores quienes resaltan que la especie cedro soporta suelos de baja fertilidad con niveles medios de materia orgánica, mientras a su vez otros autores reportan el requerimiento de suelos fértiles con disponibilidad de elementos mayores para el buen desarrollo de la especie. Por tanto, cabe notar que los tratamientos sobresalientes en el

ensayo para esta variable son aquellos que contienen materia orgánica, destacando el T3 (suelo + estiércol vacuno) cuya carga de materia orgánica mejora la CIC en el suelo profiriendo a la retención de nutrientes y asimilación de los mismos por parte de las plantas, que para este caso, elementos como el calcio (Ca), promueve la formación de raíces mejorando el vigor de las plantas, rigidez del tallo entre otras funciones y el nitrógeno (N) promueve el desarrollo de los tallos entre otras.

Ilustración 5

Salidas Estadísticas – Resultado Final Diámetro Especie Cedro

1. Tabla Anova - Diam	2. Contraste prueba de Tukey
<pre>[[2]] Anova Table (Type III tests) Response: datos2\$valores Sum Sq Df F value Pr(>F) (Intercept) 1412.60 1 2610.797 < 2.2e-16 *** datos2\$F1 51.13 4 23.624 1.691e-13 *** Residuals 50.32 93 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</pre>	<pre>[[9]] Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: lm(formula = dv ~ Factor1) Linear Hypotheses: Estimate Std. Error t value Pr(> t) 2 - 1 == 0 0.8917 0.2390 3.731 0.00299 ** 3 - 1 == 0 2.0618 0.2356 8.750 < 0.001 *** 4 - 1 == 0 1.5205 0.2273 6.690 < 0.001 *** 5 - 1 == 0 1.6776 0.2356 7.119 < 0.001 *** 3 - 2 == 0 1.1702 0.2419 4.837 < 0.001 *** 4 - 2 == 0 0.6288 0.2338 2.690 0.06320 . 5 - 2 == 0 0.7860 0.2419 3.249 0.01376 * 4 - 3 == 0 -0.5414 0.2304 -2.350 0.13858 5 - 3 == 0 -0.3842 0.2386 -1.610 0.49475 5 - 4 == 0 0.1572 0.2304 0.682 0.95980 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Adjusted p values reported -- single-step method)</pre>
<pre>[[4]] Lilliefors (kolmogorov-Smirnov) normality test data: residuos D = 0.054446, p-value = 0.675</pre>	
<pre>[[6]][[2]] modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute deviations from the median data: datos3\$residuos Test Statistic = 0.3927, p-value = 0.8134</pre>	

Por lo anterior se pueden identificar diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable, por tanto, se rechaza la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p de $1.691e-13$, probando que existe diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en este estudio. Las diferencias se comprobaron mediante la prueba Tukey que

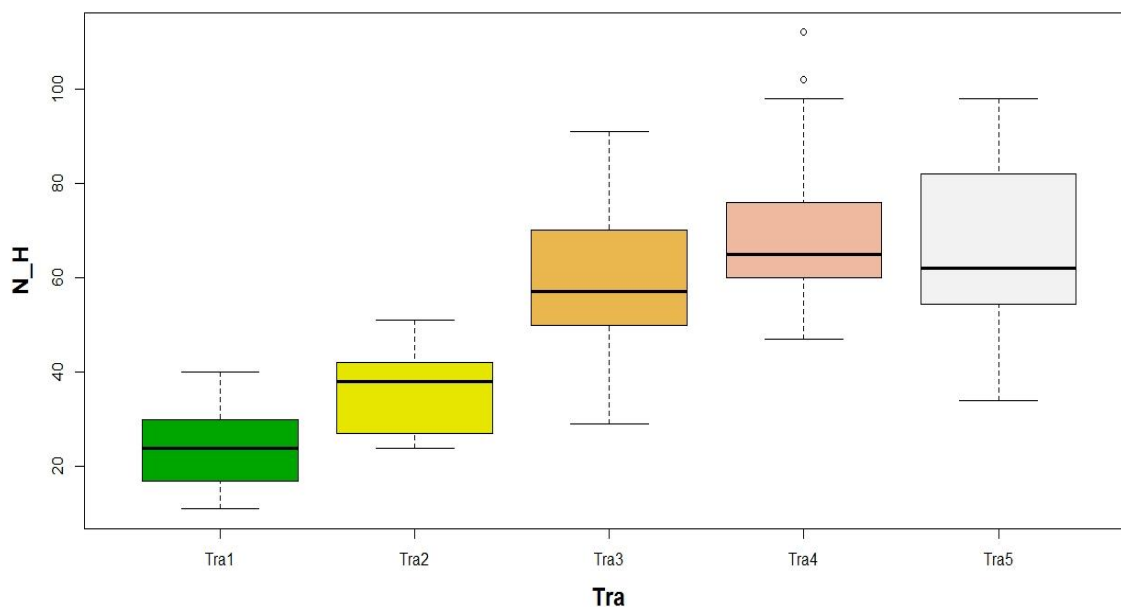
mostro los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos entre sí, (ver Ilustración 5 prueba Tukey)

Se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas de la Anova; el supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) arrojando el valor de p 0.675, comprobando que los datos a esta variable se encuentran en una distribución normal y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type con un valor de p de 0.8134, comprobando que las varianzas fueron homogéneas. (ver Ilustración 5)

Numero de hojas

Gráfica 15

Boxplot, Resultado Final del Numero de Hojas en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Cedro



La Gráfica 15 presenta de forma ilustrativa el comportamiento final de variable Numero de hojas. Los tratamientos 4 y 5 presentaron comportamientos similares, el T4 obtuvo una mediana de 65 H y T5 62 H respectivamente, seguido por el tratamiento 3 con 57 H, mientras el

tratamiento 2 presento 38 H y el tratameinto 1 mostró el mas bajo rendimiento con 24 H en su mediana. Al divisar los constrantes entre el tratamiento 1 (testigo) frente a los demas tratameintos se evidencia que este presenta el rendimiento mas bajo de todos.

El comportamiento de esta variable en el T4 se manifiesta un poco superior que los T3 y T5, resultados que se presume son por las bondades de la gallinaza de liberar mayores nutrimentos con precocidad a comparación con el estiércol vacuno, dando respuesta a la absorsion de Nitrogeno cuyo elemento aumenta el vigor de las plantas, da el color verde a la hojas y favorece el crecimiento del follaje.

Ilustración 6

Salidas Estadísticas – Resultado Final Numero de Hojas Especie Cedro

1. Tabla Anova – N°_H	2. Contraste prueba de Tukey
<pre>[[2]] Anova Table (Type III tests) Response: datos2\$valores Sum Sq Df F value Pr(>F) (Intercept) 259255 1 1196.465 < 2.2e-16 *** datos2\$F1 33986 4 39.212 < 2.2e-16 *** Residuals 20152 93 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</pre>	<pre>[[9]] Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: lm(formula = dv ~ Factor1) Linear Hypotheses: Estimate Std. Error t value Pr(> t) 2 - 1 == 0 12.844 4.782 2.686 0.0637 . 3 - 1 == 0 35.716 4.716 7.574 <0.001 *** 4 - 1 == 0 47.536 4.548 10.452 <0.001 *** 5 - 1 == 0 43.663 4.716 9.259 <0.001 *** 3 - 2 == 0 22.871 4.842 4.724 <0.001 *** 4 - 2 == 0 34.692 4.678 7.415 <0.001 *** 5 - 2 == 0 30.819 4.842 6.365 <0.001 *** 4 - 3 == 0 11.821 4.610 2.564 0.0856 . 5 - 3 == 0 7.947 4.776 1.664 0.4609 5 - 4 == 0 -3.873 4.610 -0.840 0.9173 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Adjusted p values reported -- single-step method)</pre>
<p>2. Test de Normalidad de datos</p> <pre>[[4]] Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test data: residuos D = 0.075734, p-value = 0.1808</pre>	
<p>3. Test homogeneidad de varianzas</p> <pre>[[6]][[2]] modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute deviations from the median data: datos3\$residuos Test Statistic = 3.3535, p-value = 0.01304</pre>	

De manera que se pueden determinar diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable, por ende, se rechaza la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p de $2.2e-16$,

probando que existe diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en este estudio. Las diferencias se comprobaron mediante la prueba Tukey que mostro los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos entre sí, (ver Ilustración 6 prueba Tukey).

Se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas de la Anova; el supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) arrojando el valor de p 0.1808, comprobando que los datos a esta variable se encuentran en una distribución normal y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type con un valor de p de 0.01304, verificando que las varianzas no fueron homogéneas. (ver Ilustración 6) esto se presume ser a los rendimientos individuales que tiene cada plántula con respecto a la emisión de hojas, que según su vigor fenológico individual pueden rendir más que otras, generando diferencias de datos al interior de cada tratamiento, como por ejemplo lo podemos observar en la gráfica 15 tratamiento T5, que el rango intercuartil de caja y los whisker es más amplio que los demás tratamientos, deduciendo que los datos al interior del tratamiento presentan diferencias particulares, permitiendo que las varianzas se tornen heterogéneas. Para este caso lograr homogeneidad en las varianzas se debería realizar una Anova con el 90% de confianza.

De los análisis anteriores se deduce que para obtener un comportamiento sobresaliente en altura, diámetro y emisión de hojas de la planta, se deben a sustratos con contenido de materia orgánica como el estiércol de vacuno o gallinaza, pero a su vez la estructura y textura de los sustratos es relevante, ya que si bien es cierto, la materia orgánica de origen animal mejora estas características físicas de los suelos, la cascarilla de arroz es un componente coadyuvante de suma eficiencia a la hora de mejorar la textura de un suelo, permitiendo el desarrollo óptimo de raíces, drenaje adecuado y porosidad suficiente para la entrada de oxígeno.

Resultados de la especie Sapan (*C. brunnea* A)

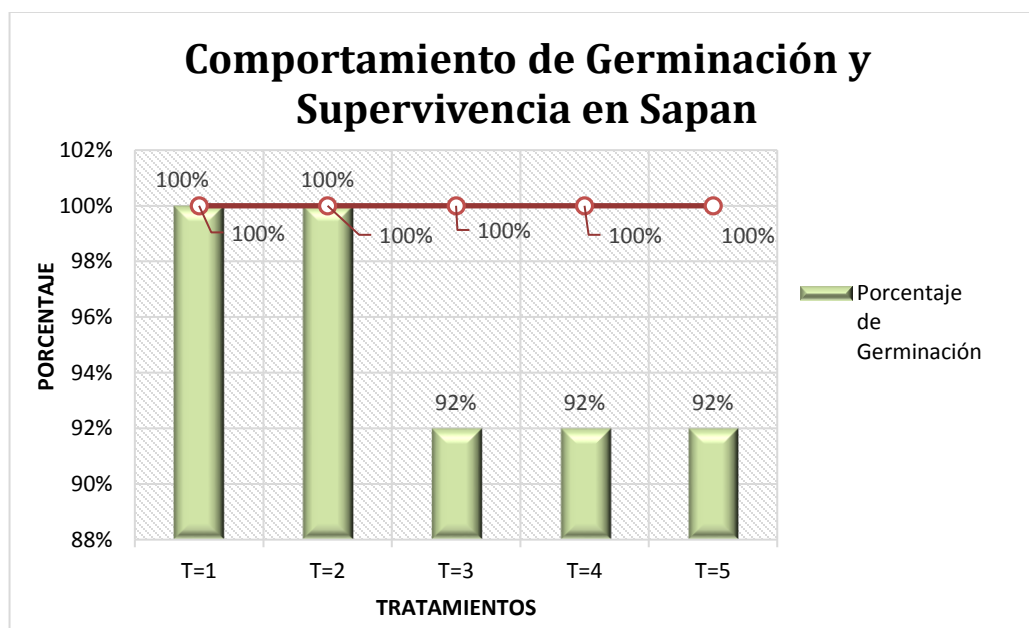
Para establecer la influencia de los sustratos en el desarrollo del *C. brunnea* A se valoraron algunos parámetros morfológicos de las plántulas de los cuales fueron objeto de estudio: altura, diámetro del tallo y Numero de hojas desarrollas, no obstante, primeramente, se evaluaron el comportamiento de la germinación de semillas y la supervivencia de las plántulas.

Análisis en germinación y supervivencia final

Se realizo el análisis con base en los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos resumido en la gráfica 5

Gráfica 16

Comportamiento de Germinación y Supervivencia en la Especie C. brunnea A



El punto de germinación se determinó a partir de la aparición sobre la superficie del suelo de la plúmula de la plántula. Los resultados manifestaron una germinación final significativa en los tratamientos 1 y 2 que correspondió al 100% de las semillas sembradas, mientras en los

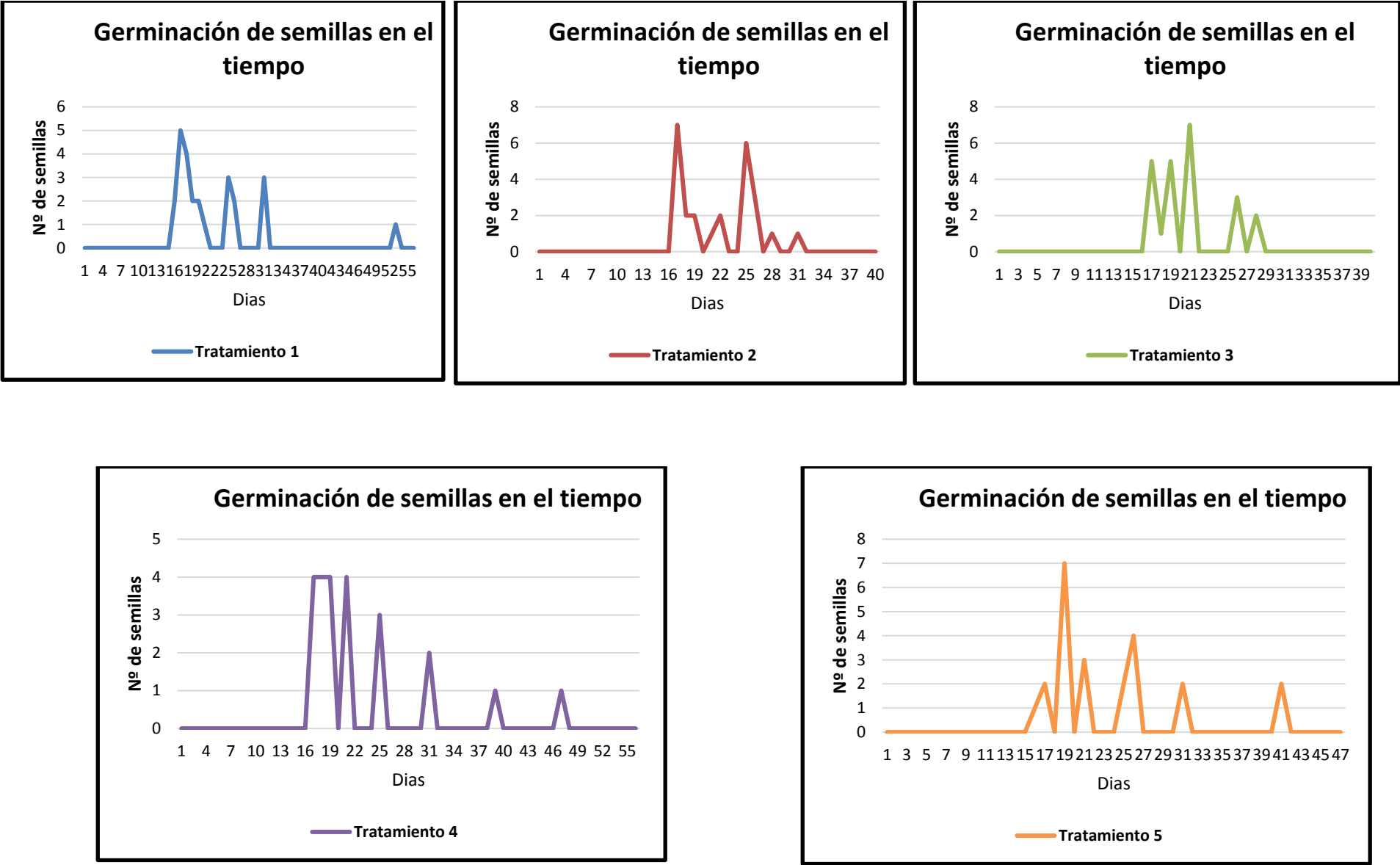
tratamientos 3, 4 y 5 se obtuvo una germinación del 92% en cada uno de ellos, correspondiendo a la germinación de 23 semillas en cada uno de estos tratamientos.

El comportamiento de la supervivencia de las plántulas se midió a partir del inicio de la germinación hasta el día 90 de la evaluación del ensayo. Esta variable registró una supervivencia del 100% en todos los tratamientos, es decir de todas las semillas germinadas, todas se desarrollaron bien hasta el día 90 de la evaluación; este resultado evidencia que esta especie muestra tolerancia a enfermedades y poco atractivo para plagas en vivero, así mismo la adaptación a diferentes tipos de sustratos para su crecimiento y desarrollo.

Comportamiento germinativo de las semillas respecto al tiempo

Gráfica 17

Serie de Graficas Sobre el Comportamiento Germinativo de las Semillas respecto al Tiempo de *C. brunnea* A en los Diferentes Tratamientos



Según la gráfica 16 se pueden identificar los patrones de comportamiento sobre la cantidad de semillas germinadas por día en cada uno de los tratamientos en el tiempo. De manera específica la germinación dio inicio el día 16 en los T1 y T5, finalizando el día 53 en el T1 y el día 41 en el T2; los tratamientos 2, 3 y 4 iniciaron su germinación el día 17 y finalizaron el día 31 en el T2, el día 28 en el T3 y el día 47 en el T4 respectivamente. De manera general el mayor número de semillas germinadas ocurrió desde el día 16 hasta el día 31, adicionalmente presentándose latencias de una mínima parte de semillas las cuales germinaron posteriormente hasta el día 53 contados desde la siembra de las semillas. Estos resultados muestran un comportamiento de la germinación precoz a lo reportado por (Diez M y Moreno F, 1998) donde aluden que la radícula emerge a los 28 y 34 después de la siembra y la plúmula sale unos 15 a 20 días después de la radícula, por tanto, se deduce el inicio de germinación de las semillas a los 43 días después de la siembra según este autor.

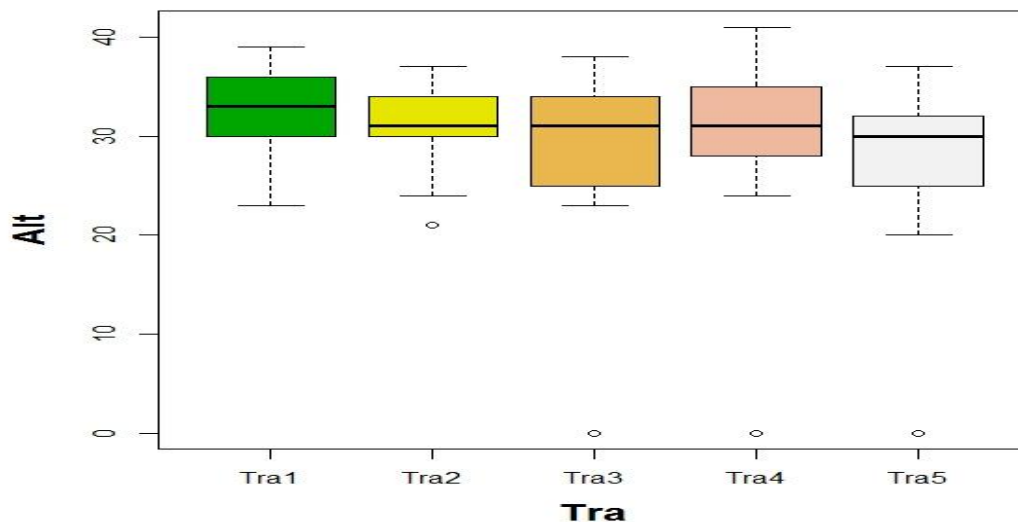
Análisis en la influencia de los sustratos en el crecimiento u desarrollo de la planta

Se realizó la prueba de Anova de una vía para determinación de diferencias significativas en las tres variables de crecimiento de las plantas: Altura, Diámetro y N° de hojas.

Altura

Gráfica 18

Boxplot, Resultado Final de las Alturas en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Sapan



La Gráfica 18 se resume de manera ilustrativa el comportamiento final de variable Altura. Todos los tratamientos presentan comportamientos similares, el T1 obtuvo una mediana de 33 cm, los tratamientos T2, T3 y T4 con 31 cm respectivamente, y por ultimo el tratamiento T5 con 30 cm, siendo este quien presento menor altura en su mediana. Al mirar los contrastes entre el tratamiento 1 (testigo) frente a los demás tratamientos se evidencia que este presenta el rendimiento un poco mas alto pero sin diferencias de gran significancia.

En esta especie no se encuentra información precisa sobre sus preferencias de suelos, no obstante, se procedió a analizar el tipo de suelos que puede presentar una zona de (Bh-T) y a su vez evaluar el tipo de suelos donde se encuentra ubicado la mayor población de sápanes de zona de influencia del embalse, corroborado a través de (IGAC, 2020). De manera que se deduce de forma general, que la especie *C. bruinea* A se desarrolla bien en suelos con texturas franco arcillas y arcillosas, con fertilidad moderada, baja y alta.

Pon anterior se presume que esta especie no presenta preferencias de fertilidad desarrollándose en suelos francos arcillosos o arcillosos con pH cercanos a la neutralidad o neutros; dado al caso se podría confirmar en el comportamiento de esta variable a su similitud de desarrollo en los tratamientos evaluados, debido a que no se muestran diferencias significativas en todos los tratamientos entre sí.

Ilustración 7

Salidas Estadísticas – Resultado Final Altura Especie Sapan

1. Tabla Anova - Alt	2. Contraste prueba de Tukey
<pre>[[2]] Anova Table (Type III tests) Response: datos2\$valores Sum Sq Df F value Pr(>F) (Intercept) 109875 1 1751.8227 < 2e-16 *** datos2\$F1 558 4 2.2243 0.07037 . Residuals 7526 120 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</pre>	<pre>[[9]] Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: lm(formula = dv ~ Factor1) Linear Hypotheses: Estimate Std. Error t value Pr(> t) 2 - 1 == 0 -1.68 2.24 -0.750 0.9441 3 - 1 == 0 -4.68 2.24 -2.089 0.2315 4 - 1 == 0 -3.24 2.24 -1.446 0.5991 5 - 1 == 0 -5.96 2.24 -2.661 0.0661 . 3 - 2 == 0 -3.00 2.24 -1.339 0.6673 4 - 2 == 0 -1.56 2.24 -0.696 0.9569 5 - 2 == 0 -4.28 2.24 -1.911 0.3173 4 - 3 == 0 1.44 2.24 0.643 0.9677 5 - 3 == 0 -1.28 2.24 -0.571 0.9790 5 - 4 == 0 -2.72 2.24 -1.214 0.7431 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Adjusted p values reported -- single-step method)</pre>
<pre>[[4]] Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test data: residuos D = 0.15625, p-value = 6.11e-08</pre>	
<pre>[[6]][[2]] modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute deviations from the median data: datos3\$residuos Test Statistic = 1.6485, p-value = 0.1666</pre>	

En las salidas estadísticas expuestas en la ilustración 7 se determina que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable y por ende, se acepta la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p de 0.07037, probando que no hay diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en este estudio. Para probar estos resultados de

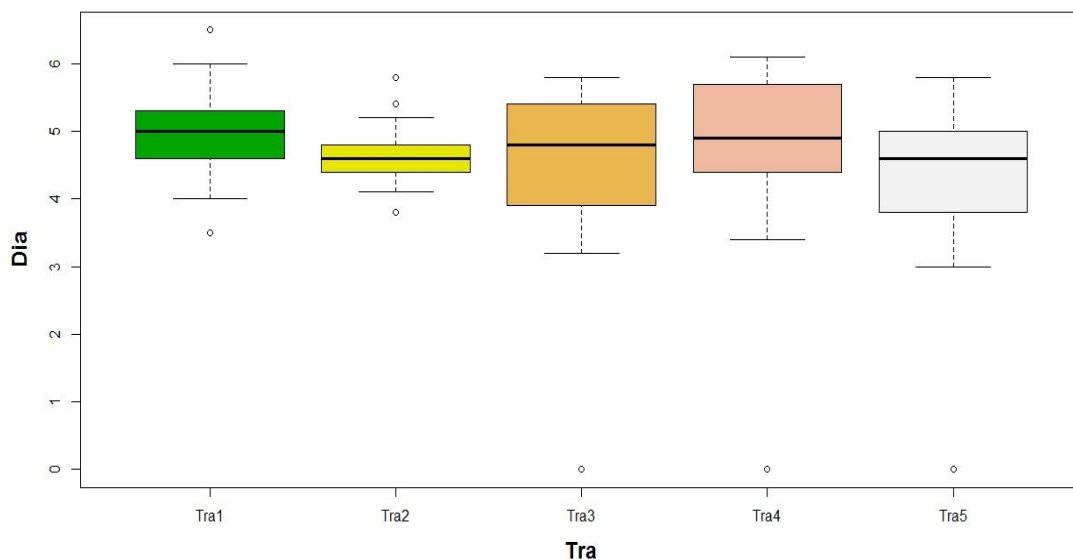
similitud se verifican los datos mediante la prueba Tukey que reveló los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos entre sí, (ver Ilustración 7 prueba Tukey).

Se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas para la aprobación de la Anova. El supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) cuyo resultado arrojó un valor de $p = 6.11 \times 10^{-8}$, evidenciando que los datos de esta variable no se encuentran en una distribución normal; y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type con un valor de p de 0.1666, comprobando que las varianzas fueron homogéneas al interior de los tratamientos. (ver Ilustración 7)

Diámetro

Gráfica 19

Boxplot, Resultado Final del Diámetro en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Sapan



La Gráfica 19 detalla el comportamiento final de la variable Altura. En los resultados se observan similitudes en el desarrollo del diámetro de las plantulas en todos los tratamientos; el T1 obtuvo una mediana de 5 mm, el tratamiento T4 con 4.9 mm, el T3 con 4.8 mm y por ultimo

los tratamientos T2 y T5 con 4.6 mm respectivamente, siendo estos quienes presentaron menor rango en su mediana. Al observar los constraentes entre el tratameinto 1 (testigo) frente a los demas tratamientos se evidencia que este presenta silimitudes en los rendimientos aunque este fue el que estuvo ligeramente por encima de los demas.

Pon anterior se presume que esta especie no presenta preferencias de fertilidad desarrollándose en suelos francos arcillosos o arcillosos con pH cercanos a la neutralidad o neutros; dado al caso se podría confirmar en el comportamiento de esta variable a su similitud de desarrollo en los tratamientos evaluados, debido a que no se muestran diferencias significativas en todos los tratamientos entre sí.

Ilustración 8

Salidas Estadísticas – Resultado Final Diámetro Especie Sapan

1. Tabla Anova - Diam	2. Contraste prueba de Tukey
<pre>[[2]] Anova Table (Type III tests) Response: datos2\$valores Sum Sq Df F value Pr(>F) (Intercept) 2609.24 1 1768.6097 <2e-16 *** datos2\$F1 9.43 4 1.5982 0.1792 Residuals 177.04 120 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</pre>	<pre>[[9]] Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: lm(formula = dv ~ Factor1) Linear Hypotheses: Estimate Std. Error t value Pr(> t) 2 - 1 == 0 -0.3600 0.3436 -1.048 0.832 3 - 1 == 0 -0.6200 0.3436 -1.805 0.376 4 - 1 == 0 -0.3800 0.3436 -1.106 0.803 5 - 1 == 0 -0.8160 0.3436 -2.375 0.129 3 - 2 == 0 -0.2600 0.3436 -0.757 0.942 4 - 2 == 0 -0.0200 0.3436 -0.058 1.000 5 - 2 == 0 -0.4560 0.3436 -1.327 0.675 4 - 3 == 0 0.2400 0.3436 0.699 0.956 5 - 3 == 0 -0.1960 0.3436 -0.571 0.979 5 - 4 == 0 -0.4360 0.3436 -1.269 0.711 (Adjusted p values reported -- single-step method)</pre>
2. Test de Normalidad de datos	
<pre>[[4]] Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test data: residuos D = 0.18332, p-value = 4.009e-11</pre>	
3. Test homogeneidad de varianzas	
<pre>[[6]][[2]] modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute deviations from the median data: datos3\$residuos Test Statistic = 2.0644, p-value = 0.0897</pre>	

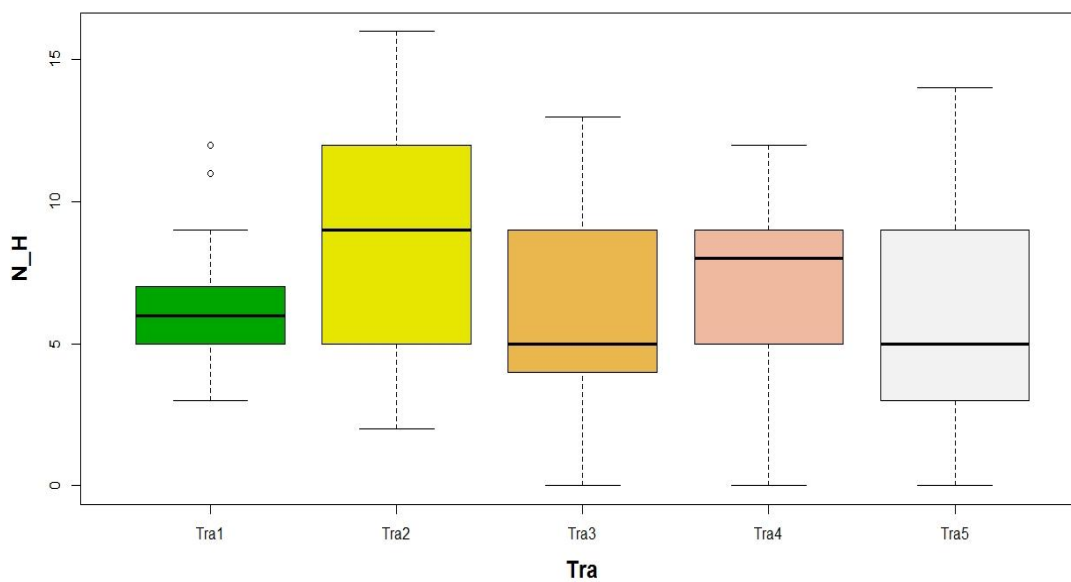
Los resultados de la anova se exponen en las salidas estadísticas expuestas en la ilustración 8, donde se determina que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable y por ende, se acepta la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p de 0.1792, por tanto no hay diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en este estudio. Para comparar los resultados de similitud en los tratamientos se verifican los datos mediante la prueba Tukey que demuestra los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos entre sí, (ver Ilustración 8 prueba Tukey), test que comprueba la homogeneidad en los resultados de los tratamientos.

Se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas para la aprobación de la Anova. El supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) cuyo resultado arrojó un valor de p 4.009e-11, evidenciando que los datos de la variable no se encuentran en una distribución normal; y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type con un valor de p de 0.897, comprobando que las varianzas fueron homogéneas al interior de los tratamientos. (ver Ilustración 8)

Numero de hojas

Gráfica 20

Boxplot, Resultado Final del Numero de Hojas en Cada Uno de los 5 Tratamientos en Sapan



En la Gráfica 20 se resume de manera ilustrativa el comportamiento final de variable Altura. Todos los tratamientos presentan comportamientos similares, el T2 obtuvo una median a de 9 unidades, mientras el tratamiento T4 8 unidades, el tratamiento T1 6 unidades respectivamente, y por ultimo los tratamientos T3 y T5 con 5 unidades, posicionados con el menor valor en la tabla. Al mirar los constrantes entre el tratameinto 1 (testigo) frente a los demas tratamientos se evidencia que este presenta un comportamiento de emision de hojas menor que los tratamiento T2 y T4, pero si mayor frente a los tratamientos T3 y T5, no obstante no existieron diferencias significaticas según la Anova.

Se presume que el comportamiento de esta variable sobre los tratamientos sobresalientes se debió las bondades del estiércol vacuno y la textura que forma la cascarilla de arroz en suelos

arcillosos. No obstante, se resalta que la similitud en los resultados de todos los tratamientos puede deberse a la fenología de la planta en su emisión de hojas en esa etapa de desarrollo.

Ilustración 9

Salidas Estadísticas – Resultado Final Numero de Hojas Especie Sapan

1. Tabla Anova – Nº_H	2. Contraste prueba de Tukey
<pre>[[2]] Anova Table (Type III tests) Response: datos2\$valores Sum Sq Df F value Pr(>F) (Intercept) 5712.2 1 460.612 < 2e-16 *** datos2\$F1 114.6 4 2.311 0.06163 . Residuals 1488.2 120 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1</pre>	<pre>[[9]] Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts Fit: lm(formula = dv ~ Factor1) Linear Hypotheses: Estimate Std. Error t value Pr(> t) 2 - 1 == 0 2.280 0.996 2.289 0.1556 3 - 1 == 0 -0.040 0.996 -0.040 1.0000 4 - 1 == 0 0.760 0.996 0.763 0.9406 5 - 1 == 0 -0.400 0.996 -0.402 0.9945 3 - 2 == 0 -2.320 0.996 -2.329 0.1428 4 - 2 == 0 -1.520 0.996 -1.526 0.5477 5 - 2 == 0 -2.680 0.996 -2.691 0.0613 . 4 - 3 == 0 0.800 0.996 0.803 0.9292 5 - 3 == 0 -0.360 0.996 -0.361 0.9963 5 - 4 == 0 -1.160 0.996 -1.165 0.7714 --- Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 (Adjusted p values reported -- single-step method)</pre>
<p>2. Test de Normalidad de datos</p> <pre>[[4]] Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test data: residuos D = 0.099476, p-value = 0.004034</pre>	
<p>3. Test homogeneidad de varianzas</p> <pre>[[6]][[2]] modified robust Brown-Forsythe Levene-type test based on the absolute deviations from the median data: datos3\$residuos Test Statistic = 1.8333, p-value = 0.1268</pre>	

Las determinaciones estadísticas se observan en la ilustración 7 donde la anova indica que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable y por ende, se acepta la hipótesis nula en los tratamientos con un valor de p de 0.06163, comprobando que no hay diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados en el estudio de la variable. Por tanto, para corroborar estos resultados de similitud se verificaron los datos mediante la prueba Tukey, la cual expone los contrastes comparativos de cada uno de los tratamientos entre sí, (ve Ilustración 9 Prueba Tukey).

Así mismo se verifica el supuesto de normalidad y la homogeneidad de varianzas para la aprobación de la Anova. El supuesto de normalidad se realiza con el test de Lilliefors (kolmogorov-smirnov) cuyo resultado fu de un valor de p 0.004034, evidenciando que los datos de esta variable no se encuentran en una distribución normal; y para la homogeneidad de varianzas se realizó test de Brown-forsythe Levene-type arrojando un valor de p de 0.1268, comprobando que las varianzas fueron homogéneas al interior de los tratamientos. (ver Ilustración 9)

De acuerdo a los análisis anteriores se deduce que, para obtención de un mejor comportamiento en germinación, supervivencia, altura, diámetro y emisión de hojas, no requiere precisamente de exigencias de nutrición como la adición de materia orgánica de origen animal como la Gallinaza o estiércol vacuno, conforme a lo que evidencia el comportamiento de desarrollo vegetal en el tratamiento 1 y 2 que los resultados son casi similares en comparación los demás tratamientos que contienen materia orgánica de fuente animal pero sin diferencias significativas. Por tanto, se demuestra la excelente adaptabilidad de esta especie a los suelos presentes en la zona de influencia del embalse Topocoro, regido por sus condiciones ambientales y agroclimáticas.

Conclusiones

El desempeño de la especie estudiada *T. cacao L* (IMC67) en términos de Germinación, Supervivencia, Diámetro y número de hojas, en contrate con el tratamiento testigo T1, presentó mayor significancia respectivamente el tratamiento número T3, con un 100% en germinación y supervivencia, en el diámetro con 4.9 mm, en número de hojas con 14 unidades en su mediana; mientras en la variable altura en mejor registro lo obtuvo el tratamiento T2 con una altura de 36 cm; por otro lado el tratamiento que presentó menor rendimiento fue el T5 en las variables altura, diámetro, y número de hojas, no obstante la germinación y la supervivencia fueron significativas. Por lo anterior se puede concluir que un sustrato con suelos arcillosos asociados con materia orgánica de estiércol de vaca bien descompuesto, es una buena opción para la siembra y el desarrollo de esta especie.

En el análisis de influencia de los sustratos de la especie estudiada *C. odorata L* en cuanto a los parámetros morfológicos de Germinación, Supervivencia, Altura, Diámetro y Número de hojas, en comparación con el tratamiento testigo T1 quien fue el que evidenció menor rendimiento; el tratamiento que reflejó una mejor respuesta positiva respecto a su desarrollo fisiológico fue el tratamiento T4, con una germinación del 88%, una supervivencia del 100%, una altura con 30 cm y un número de hojas con 65 unidades respectivamente, no obstante en el diámetro presentó mejor rendimiento el T3 con 4.3mm en su mediana, pero sin diferencias significativas frente al tratamiento 4 que presentó 4.05mm. Concluyendo que los sustratos con contenido de gallinaza son óptimos para la germinación y desarrollo de esta especie, más sin embargo se resalta los componentes de estiércol de vaca y cascarilla de arroz siendo aceptables

también para su uso, ya que los rendimientos obtenidos en los tratamientos con estos componentes fueron moderadamente similares al T4.

Así mismo el desempeño de la especie estudiada *C. brunnea* A con respecto a los parámetros de Germinación, Supervivencia, Altura, Diámetro y Número de hojas, no se hallaron diferencias significativas en los tratamientos según la Anova. El tratamiento testigo T1, evidenció un comportamiento superior con una germinación del 100%, una supervivencia del 100%, una altura de 33cm y un diámetro de 5mm, mientras que en el número de hojas presentó mejor rendimiento el T2 con 6 unidades; los tratamientos con los rendimientos más bajos fueron lo T4 y T5 pero sin diferencias significativas con los demás tratamientos, por tanto se deduce que para la obtención de un mejor desarrollo de las plantas con respecto a las variables evaluadas, no se requiere precisamente de exigencias de nutricionales al suelo como la adición de materia orgánica de origen animal como la Gallinaza o estiércol vacuno, ya que su desarrollo son similares conforme a lo que evidencia el comportamiento de desarrollo vegetal en el tratamiento 1 y 2 que los resultados son casi similares en comparación los demás tratamientos que contienen materia orgánica de fuente animal.

Los resultados de germinación y la supervivencia de las plántulas en las tres especies estudiadas, demuestran la excelente adaptabilidad que presentan el Cacao IMC67, el Cedro y Sapan en los suelos presentes en la zona de influencia del embalse Topocoro, regido por sus condiciones ambientales donde se resalta la especie Sapan cuyas variables de desarrollo evaluadas fueron los más homogéneos en todos los tratamientos, por lo que no hay necesidad de uso de hormonas para tratamientos pregerminativo y desarrollo vegetativo de las plántulas, por tanto se poder recomendar para plantaciones de uso comercial.

Este tipo de investigación refuerza los conocimientos sobre el manejo de los sustratos en vivero para enfocar las plántulas hacia las metas agronómicas que se requieran según las condiciones de cada sector, brindando normas técnicas de propagación de plantas manejo fitosanitario y normas legales respaldadas por el ICA para la propagación de estas especies.

El uso de análisis estadísticos realizados en este estudio, se genera mayor potencial a los datos e incremento de la confiabilidad de los resultados obtenidos durante el proceso evaluativo de este tipo de estudios en el campo de la agronomía.

Las semillas procedentes de los árboles padres ubicados y seleccionados en el área de influencia de la represa Topocoro y utilizados en el estudio, cumplen con las expectativas de (% de germinación, vigor genético, buen estado fitosanitario, resistencia a plagas, viabilidad, adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona etc), por lo que pueden ser utilizadas en otros trabajos de investigación o también como fuente de suministro de semillas con fines comerciales.

Si bien es cierto el estudio fue realizado en un vivero permanente con un buen nivel de tecnificación en su infraestructura y condiciones ambientales, lo cual representa un alto costo de construcción, mantenimiento y manejo; no es el tipo de vivero recomendado para los agricultores de escasos recursos, ya el proyecto va enfocado a la aplicación de viveros temporales en sus propios predios con estructuras sencillas, materiales generalmente de la zona que reducen los costos. No obstante, estos viveros deben ser establecidos bajo criterios técnicos que establecen las condiciones agroecológicas y ambientales adecuadas para tener éxito en la producción de las plántulas.

Recomendaciones

Es importante conocer con exactitud las características fisicoquímicas de los sustratos, por lo que se recomienda realizar análisis de suelos a los sustratos utilizados para conocer el aporte nutricional que le ofrece a las plántulas.

Se recomienda seguir con la línea de investigación a base de los resultados obtenidos en este estudio, como, por ejemplo: la evaluación de sustratos con diferentes proporciones de los componentes o también donde los tratamientos T3 y T4 se les añada cascarilla de arroz entre otras posibilidades de estudios, de manera que se integre al cuerpo de investigación y se genere más información de suma importancia sobre el comportamiento de estas especies en la región con sustratos alternativos o mejorados que cumplan con los objetivos propuestos para la propagación de estas especies.

En el momento de diseñar el proyecto, se debe saber sobre el proceso estadístico que se le van a dar los datos, esto con el fin mitigar los sesgos y confusores; fortalecer el conocimiento de los softwares y los paquetes estadísticos incluirlos en toda labor investigativa.

A la hora de establecer un vivero temporal en el predio se recomienda capacitar al agricultor para la correcta construcción del mismo y a su vez la adecuada recolección y manejo de las semillas, así como del estiércol de ganado tenga la descomposición correcta, como también la gallinaza este compostada, preparación de sustratos, dosificación, cuidados y manejo agronómico, para asegurarse de este modo el éxito en sus proyectos de propagación de estas especies.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía San Juan de Girón. (2019). Galería de mapas. Disponible en <http://www.giron-santander.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx>
- Arévalo M, González D, Maroto S, Delgado T y Montoya P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao practicas latinoamericanas (IICA). Disponible en: [file:///C:/Users/SISTEMAA/Downloads/BVE17089191e%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/SISTEMAA/Downloads/BVE17089191e%20(2).pdf)
- Armijos, A. (2002). Características de acidez como parámetro químico de calidad en muestra de cacao (*Theobroma cacao L*) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación. Disertación previa a título de Licenciatura en química, Especialización química analítica. Quito Ecuador. Disponible en <https://books.google.com.co/books?id=iXszAQAAMAAJ&pg=PA11&dq=morfologia+de+semilla+de+cacao&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj0jtDnPTmAhVxuVvKHfWRBgoQ6AEIKTAA#v=onepage&q=morfologia%20de%20semilla%20de%20cacao&f=false>
- Alvarado M y Solano J. (2002). Producción de sustrato para viveros. Disponible en <http://www.cropprotection.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf>
- Barón J. (2016). El cultivo de cacao; un negocio rentable, competitivo y ambientalmente sostenible en Colombia. Fondo Nacional del Cacao. Recuperado de https://www.fedecacao.com.co/portal/images/Ing._Jos%C3%A9_David_Bar%C3%B3n_El_cultivo_del_Cacao_un_negocio_rentable_competitivo_y_ambientalmente_sostenible_en_Colombia_2016.pdf
- Cárdenas L. (2016). Aspectos ecológicos silviculturales para el manejo de especies forestales. Fundación Natura. Bogotá D.C Colombia.

- Corbera J, Morales C, Paneque V y Calaña J. (2008). Evaluación de sustratos y aplicación de hongos Micorrízicos arbusculares (hma) en el cultivo de *anthurium andreanum* en etapa de vivero. *Cultivos tropicales* 29(4), 27-33.
- Cordero R. (2013). *Caracterización química del estiércol y su manejo en explotaciones de lechería familiar de los altos de jalisco* (pregrado). Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. Disponible en:
http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/535/1/Tesis_Cordero.pdf
- Corantioquia. (2009). Fenología reproductiva de las especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de Corantioquia, un paso hacia su conservación. Recuperado de
http://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_7964_2008.pdf
- Convenio Cornare-Universidad Nacional. (1993). Estudio dendrológico de los bosques del Suroriente Antioqueño. Medellín: Posgrado en Bosques y Conservación Ambiental. Universidad Nacional de Colombia, 1993. 220 p.
- Cárdenas D y Nelson S. (2007). Libro rojo de planta de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas primera parte. Bogotá DC. Disponible en:
https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf
- Cuvi M, Rodríguez Y, Carrera K, Azansa M y Soria S. (2015). Efecto de abonos orgánicos en el cultivo de *Theobroma cacao* L. en vivero del “Recinto el Capricho”, Provincia de Napo, Ecuador. *Revista amazónica ciencia y tecnología*, 2(1), 2013. Disponible en:
<https://revistas.proeditio.com/REVISTAMAZONICA/article/view/179>
- Daza V y Salguero A. (2015). Evaluación del efecto de 10 sustratos a base de aserrín crudo sobre la germinación y la calidad de la planta en el crecimiento inicial de *Quercus humboldtii*

- Bonpl Y *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. Proyecto de grado para optar el título de ingeniería agroforestal. Tunja Colombia.
- Diez M y Moreno F. (1998). Morfología de semillas y plántulas de árboles de los bosques húmedos tropicales del suroriente de Antioquia, Colombia (II parte). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/26195/1/23754-83002-1-PB.pdf>
- Dostert N, Roque J, Cano A, La Torre M y Welgend M. (2011). Hoja botánica Cacao. 1^{ra} edición. Disponible en http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- Espejo J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en la producción de plantones del Theobroma cacao L "cacao criollo" en el sector de Jacintillo Tingo María. Pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María Perú. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/412/T.CSA-29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Echeverría M y López O. (2010). Caracterización energética de la cascarilla de arroz para su aplicación en la generación de energía termoeléctrica. Pregrado. Escuela Politécnica Nacional. Quito Ecuador. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2058/1/CD-2863.pdf>
- Fedecacao. (2012). Guía técnica para el cultivo de cacao. quinta edición.
- Fao. (2020). Generalidades de suelos. Recuperado de http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s01.htm
- Fundación Natura y Isagen. (2018). Avances del Proyecto de Monitoreo del Comportamiento Microclimático y Agronómico en el área de influencia del embalse Topocoro.

Recuperado de

file:///C:/Users/SISTEMAA/Downloads/Cartilla%20de%20avances%202018.%20pdf%20(1).pdf

García, C (2017). Modelo de ocupación territorial sostenible para el área de influencia de la represa Topocoro sobre el río Sogamoso en Betulia Santander. Proyecto de grado para optar al grado de Magister en derecho para el urbanismo y desarrollo territorial sostenible. Universidad de Santander UDES Santander Colombia.

file:///C:/Users/SISTEMAA/Downloads/Modelo%20de%20ocupaci%C3%B3n%20territorial%20sostenible%20para%20el%20%C3%A1rea%20de%20influencia%20de%20la%20represa%20Topocoro%20sobre%20el%20río%20Sogamoso%20en%20Betulia%20Santander.%20(1).pdf

Gutiérrez M, Gómez R y Rodriguez N. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Corpoica Ciencia tecnología agropecuaria* 12(1), 33-44. Disponible en <http://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/213/219>

Gómez M. L. (2010). Fenología reproductiva de especies forestales presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA – un paso a su conservación. Medellín, Colombia.

Gómez M, Toro J y Piedrahita E. (2013). Propagación y conservación de especies arbóreas nativas. Medellín. Colombia: Martha Salazar Jaramillo.

Gómez M y Toro J. (2007). Manejo de las Semillas y la Propagación de Diez Especies Forestales del Bosque Húmedo Tropical. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA. Boletín Técnico Biodiversidad No. 2. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1105/81253_67199.pdf?se

quence=1&isAllowed=y

Herrera R, y Serrano V. (2013). Aves del Área de Influencia, Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, Guía ilustrada. ISAGEN - Universidad Industrial de Santander, Grupo de Estudios en Biodiversidad. Bucaramanga, Colombia. 202 pág

IDEAM. (2018). Resultados monitoreo de deforestación. Recuperado de:

[http://www.ideam.gov.co/documents/24277/91213793/Actualizacion_cifras2018FINAL
DEFORESTACION.pdf/80b719d7-1bf6-4858-8fd3-b5ce192a2fdc](http://www.ideam.gov.co/documents/24277/91213793/Actualizacion_cifras2018FINAL%20DEFORESTACION.pdf/80b719d7-1bf6-4858-8fd3-b5ce192a2fdc)

IGAC. (2020). Datos abiertos Agrologia. Mapas de Suelos del Territorio Colombiano a escala 1:100.000 Departamento: Santander. Shapefile. Recuperado de
<https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>

Instituto Nacional de Bosques Guatemala. (2017). *Cedrela odorata* paquete tecnológico forestal. Recuperado de

http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/CEDROD.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA DEL PERU - ORGANIZACION

INTERNACIONAL DE MADERAS TRO-PICALES. (1996). Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina. s.l.: Asociación Editorial Stella, 1996.

489p. recuperado de [http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2448/Technical/S-
PD-150-91-R1-I-Manual%20de%20Identificaci%C3%B3n-2.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2448/Technical/S-PD-150-91-R1-I-Manual%20de%20Identificaci%C3%B3n-2.pdf)

Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt. (2008). Los viveros de plantas nativas.

Programa Mosaicos de Conservación. Patrimonio Natural. Bogotá – Colombia. 23 pgs. Recuperado el 28 de marzo de 2019 de

http://paisajesrurales.com/wpcontent/uploads/2016/04/cartilla_viveros_web.pdf

- Instituto de biología Universidad de Antioquia. 2015 *informe Final del Programa de conservación y protección para las especies de flora y fauna endémicas y amenazadas, existentes en las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso (Nº 7)*.
- ISAGEN. (2014). Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. Recuperado de <http://envivo.eafit.edu.co/memoriaempresarial/wp-content/uploads/2014/10/Proyecto-Hidroelectrico-Sogamoso.pdf>
- Llerena L, Bermeo C y plaza P. (2017). Evaluación de diferentes tipos de sustratos en viveros de cacao (*Theobroma cacao* L) *International Journal of Science and Engineering Invention (IJSEI)* 3(..) p 156-165
- Malespin M, Chavarria D, Peralta J, Enriquez G y Martinez R. (1982). Estación experimental El Recreo. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura IICA. Disponible en [https://books.google.com.co/books?id=MeIOAQAAIAAJ&pg=PA61&lpg=PA61&dq=\(Braudeau,+1970+y+Enr%C3%ADquez,+1983\)&source=bl&ots=8OEpXUfdUV&sig=ACfU3U1JpUN-4qhg8wfERQZ22RQ4eZ9vWA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj1py-i67hAhUHx1kKHeMgDZ4Q6AEwCHoECAkQAQ#v=onepage&q=\(Braudeau%2C%201970%20y%20Enr%C3%ADquez%2C%201983\)&f=false](https://books.google.com.co/books?id=MeIOAQAAIAAJ&pg=PA61&lpg=PA61&dq=(Braudeau,+1970+y+Enr%C3%ADquez,+1983)&source=bl&ots=8OEpXUfdUV&sig=ACfU3U1JpUN-4qhg8wfERQZ22RQ4eZ9vWA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj1py-i67hAhUHx1kKHeMgDZ4Q6AEwCHoECAkQAQ#v=onepage&q=(Braudeau%2C%201970%20y%20Enr%C3%ADquez%2C%201983)&f=false)
- Serrano S, Garcés E, Sánchez J, Ardila C, Sáenz F y Peralta N. (2018). Avances del proyecto de monitoreo del comportamiento microclimático y agronómico en el área de influencia del embalse Topocoro. Guía ilustrada. Isagen - Fundación Natura Colombia. 39 pág.
- Sarmiento S, Gamboa J y Velásquez J. (2011). Desempeño agronómico de tres clones de cacao en fase de vivero en la Amazonia colombiana. *Universidad de la amazonia*, 4(1), 39-47.
- Rojas F, y Sacristán E. (2013). Guía ambiental para el cultivo de cacao. Recuperado de https://www.fedecacao.com.co/portal/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-

doc_05B.pdf

- Rodríguez, R, Ortega J, Ramírez M y Serrano C. (2014). Anfibios, Reptiles del área de influencia, Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, Guía ilustrada. Isagen – Universidad Industrial de Santander, Grupo de estudios en Biodiversidad. Bucaramanga, Colombia. 170 pág.
- Rodríguez P y Ibáñez L. (2018). Aproximación de valores comerciales para arboles maderables. Bogotá DC. Proyecto de grado para optar el título de especialista en avalúos con énfasis en inmuebles rurales. Disponible en:
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7754/1/Ib%C3%A1%C3%B1ezBerm%C3%BAdezLeonardoAlexander2018.pdf>
- Somos tejido social municipio de Girón. (2019). Presentación municipio recuperado de
<http://www.giron-santander.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Prada A y Cortes C. (2010). Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz. *Scientia et Technica Año XIII. 14* (1) p 155-170 disponible en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a13.pdf>
- Pérez J, Acosta L y Parrado A. (2011). Ensayos de propagación de algunas especies forestales aptas para el manejo de la microcuenca la Lejía, Cundinamarca Colombia. *Ciencia e tecnología*. DOI: 10.14483/23448350.3707
- Pinzón J y Rojas J. (2012). Guía técnica para el cultivo de cacao. quinta edición.
- POT. (2019). Girón Santander. recuperado de <http://www.giron-santander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20de%20Desarrollo%202016-2019.pdf>

POT. (2019). Lebrija Santander. Recuperado de <http://www.lebrija->

[santander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20de%20Desarrollo](http://www.lebrija-santander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20de%20Desarrollo)

[%202016-2019.pdf](http://www.lebrija-santander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20de%20Desarrollo%202016-2019.pdf)

Trejo H, Salazar E, López J y Vásquez C. (2013). Impacto de estiércol bovino en el suelo y

producción de forraje de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(4), 727-738.

Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v4n5/v4n5a6.pdf>

UT POT GIRON. (2010). Mapa 3D Zonas climáticas de vida. Recuperado de <http://www.giron->

[santander.gov.co/MiMunicipio/Mapas/Zonas%20clim%C3%A1ticas%20de%20vida.pdf](http://www.giron-santander.gov.co/MiMunicipio/Mapas/Zonas%20clim%C3%A1ticas%20de%20vida.pdf)

ANEXOS

Registro fotográfico secuencial, sobre los resultados en el proceso evaluativo

Fotografía 35

Inicio de Germinación en Cacao a los 8 Días Después de la Siembra (Emisión del Cotiledón Sobre el Suelo)



Fotografía 36

Estado de Desarrollo en Cacao a los 12 Días Después de la Siembra (Formación Primer Par de Hojas)



Fotografía 37

Estado de Plántulas de Cacao a los 19 Días Después de la Siembra



Fotografía 38

Estado de Plántulas de Cacao a los 29 Días Después de la Siembra



Fotografía 39

Estado de Plántulas de Cacao a los 50 Días Después de la Siembra.

**Fotografía 40**

Estado de Plántulas de Cacao a los 90 Días Después de la Siembra

**Fotografía 41**

Tratamiento 5 Con Aspectos de Deficiencias Nutricionales en (T5)

**Fotografía 42**

Aspecto de Hoja Con Deficiencias Nutricionales en (T5)



Fotografía 43

Inicio de Germinación a los 11 Días Después de la Siembra (Emisión de los Cotiledones Sobre la Superficie del Suelo)

**Fotografía 44**

Estado de Desarrollo a los 15 Días Después de la Siembra (Formación del Primer Par de Hojas)

**Fotografía 45**

Estado de Plántulas de Cedro a los 18 Días Después de la Siembra

**Fotografía 46**

Estado de Plántulas de Cedro a los 27 Días Después de la Siembra.



Fotografía 47

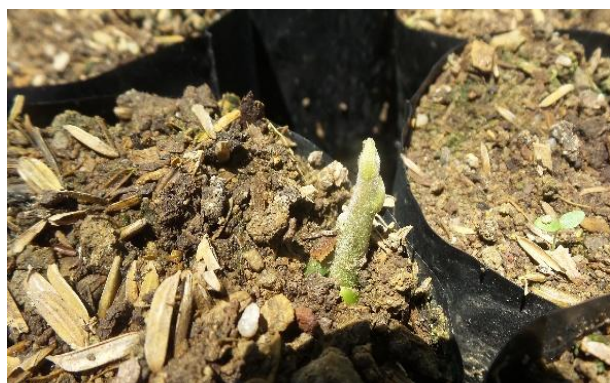
Estado de Plántulas de Cedro a los 50 Días Después de la Siembra.

**Fotografía 48**

Estado de Plántulas de Cedro a los 90 Días Después de la Siembra.

**Fotografía 49**

*Inicio de Germinación a los 16 días Después de la Siembra.
(Brote de Plúmula)*

**Fotografía 50**

Estado de Desarrollo a los 21 Días Después de la Siembra. (Sin Emisión del Primer Par de Hojas)



Fotografía 51

Estado de Plántulas de Sapan a los 28 Días Después de la Siembra

**Fotografía 52**

Estado de Plántulas de Sapan a los 42 Días Después de la Siembra

**Fotografía 53**

Estado de Plántulas de Sapan a los 49 Días Después de la Siembra

**Fotografía 54**

Estado de Plántulas de Sapan a los 90 Días Después de la Siembra




[illegible]

Interpretación	
	Individuo sin germinar
G	Día de germinación
V	Individuo vivo
R	Individuo en estado regular
M	Individuo muerto

Tratamiento 1						Suelo de la franja protectora del embalse - Testigo (Siembra directa en bolsa)																																							
Número de Plántula	11/06/2019			14/06/2019			17/06/2019			21/06/2019			26/06/2019			03/07/2019			05/07/2019			11/07/2019			19/07/2019			26/07/2019			02/08/2019			09/08/2019			16/08/2019			23/08/2019			28/08/2019		
	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas	Altura	Díame tro	Nº de hojas			
P1	7	3,1	2	12	3,1	3	14	3,2	4	14	3,3	4	14	3,3	5	16	3,8	7	16	3,8	7	16	3,8	7	17	4,1	7	18	4,1	7	18	4,2	7	25	5,2	10	28	5,2	11	28	5,4	11	28	5,6	13
P2	5	2,8	2	7	3	3	13	3,1	3	15	3,3	4	15	3,6	5	17	3,6	6	17	3,6	6	18	3,6	7	20	3,6	10	21	4	10	22	4	10	23	4,2	12	23	4,4	10	25	4,4	10	26	4,5	11
P3	4	2,8	0	10	2,8	1	14	3	4	15	3,1	4	16	3,1	4	16	3,1	5	16	3,1	5	16	3,2	7	17	3,4	6	17	3,8	6	18	3,8	6	20	4	9	22	4,1	9	21	4,4	9	23	4,6	11
P4	4	2,8	0	10	2,8	3	14	3,1	3	16	3,1	4	16	3,2	5	17	3,6	7	17	3,7	7	17	3,9	7	17	3,8	7	18	4	7	18	4,1	7	19	4,7	8	19	4,7	8	20	4,8	8	21	5,1	9
P5	0	0	0	0	0	0	2	1,2	0	4	1,5	4	5	1,5	4	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
P6	4	3	0	8	3	0	13	3,2	3	18	3,3	4	19	3,3	4	20	3,3	4	20	3,5	4	21	3,7	6	23	4	7	24	4,1	8	25	4,2	8	27	4,4	8	30	4,5	6	31	4,7	6	31	4,8	8
P7	4	2,9	0	13	2,9	3	16	3	4	18	3	4	18	3,1	6	19	3,6	7	19	3,6	7	20	3,6	7	21	3,6	7	21	3,8	8	22	3,9	8	23	4,2	10	26	4,2	10	27	4,7	10	30	4,7	13
P8	8	3	2	14	3,1	4	17	3,2	4	18	3,2	4	18	3,2	5	20	3,4	6	20	3,4	6	23	3,4	6	23	3,7	9	25	4,2	10	26	4,2	10	28	4,3	10	28	5,2	13	30	5,2	13	30	5,3	15
P9	4	3,1	0	11	3,1	3	16	3,3	4	17	3,3	5	19	3,3	5	21	3,8	7	21	3,8	7	21	3,8	7	24	3,8	8	26	3,9	10	27	4	10	30	4,2	12	30	4,6	12	33	4,7	12	33	5,2	15
P10	4	3	0	4	3	0	3	16	3,1	4	20	3,1	5	20	3,2	5	21	3,7	6	21	3,7	6	21	3,8	7	24	3,9	7	25	4,3	10	26	4,3	10	29	4,5	10	29	5	10	29	5,2	11		
P11	0	0	0	2	2,9	0	4	2,9	0	5	3,1	0	5	3,1	0	5	3,1	0	5	3,1	2	9	3,7	4	12	3,7	4	13	3,8	4	14	3,8	4	16	3,8	6	16	3,9	6	17	4	6	16	4	6
P12	7	3	2	8	3,1	5	16	3,1	5	18	3,1	5	18	3,1	5	18	3,1	6	18	3,1	6	20	4,1	7	24	4,3	7	25	4,5	8	26	4,5	8	29	4,7	9	29	5	10	29	5,1	10	30	5,2	12
P13	4	2,9	0	13	2,9	0	14	3,2	3	17	3,2	4	20	3,2	5	21	3,5	5	21	3,5	5	21	3,5	6	22	3,6	8	22	3,7	8	24	3,8	8	29	4	9	30	4	10	31	4	10	33	4,1	12
P14	4	3,1	0	13	3,2	3	18	3,3	4	19	3,3	4	20	3,4	5	22	3,4	7	22	3,4	7	24	4	7	27	4,2	7	28	4,6	8	29	4,7	8	34	5	10	34	5	10	33	5	11	36	5,1	11
P15	4	2,9	0	6	2,9	3	16	3	3	18	3	4	17	3	4	18	3	4	19	3,5	4	19	3,5	4	21	3,5	7	20	3,6	7	20	3,6	7	20	3,6	6	21	3,7	10	21	3,7	10	21	3,9	11
P16	4	2,8	0	6	2,8	0	9	2,9	1	13	3,1	5	18	3,1	6	19	3,1	6	19	3,1	6	19	3,2	6	20	3,2	7	21	3,4	8	22	3,4	8	23	3,6	8	23	3,8	8	23	3,8	8	30	3,9	10
P17	4	3	0	12	3	0	12	3,1	3	13	3,1	4	14	3,2	5	15	3,3	6	15	3,3	6	17	3,3	7	16	3,4	7	19	3,8	7	19	3,9	7	20	4,2	8	20	3,9	12	22	4	12	26	4,7	14
P18	4	3	0	5	3	3	20	3,2	4	21	3,2	4	21	3,3	5	22	3,6	6	22	3,6	6	23	3,6	7	24	3,9	8	28	4	9	29	4	9	32	4,4	9	33	4,6	9	34	4,7	9	36	4,8	10
P19	4	3,1	0	11	3,4	0	13	3,5	0	16	3,7	4	20	3,6	4	21	3,7	5	21	3,7	5	22	3,9	7	22	4	8	24	4,1	8	25	4,2	8	28	4,7	8	33	4,8	12	35	4,8	12	37	4,9	15
P20	4	3,1	0	14	3,1	3	15	3,3	4	17	3,4	4	18	3,4	4	19	3,6	5	19	3,6	5	19	3,8	7	20	4,2	7	22	4,2	8	23	4,2	8	25	4,8	8	31	5	13	32	5,1	13	33	5,4	15
P21	8	2,9	2	9	2,9	4	19	3,2	4	20	3,1	5	20	3,2	6	20	3,3	7	20	3,3	7	22	3,8	7	22	3,8	7	23	3,9	8	24	4	8	26	4,7	10	30	4,9	13	31	4,9	13	33	4,9	14
P22	0	0	0	13	3	3	16	3	4	18	3,1	4	19	3,1	4	19	3,3	6	19	3,3	6	20	3,6	6	21	3,6	7	22	4,1	8	23	4,2	8	26	4,6	9	30	5,1	10	31	5,2	10	32	5,4	11
P23	4	2,8	0	8	2,8	4	16	2,9	5	17	3,3	5	17	3,3	3	18	3,3	7	18	3,3	7	18	3,5	7	19	3,8	7	20	4,1	8	21	4,2	8	26	4,5	9	27	4,5	9	27	4,5	9	27	4,8	10
P24	4	2,8	0	9	2,8	0	14	3	5	17	3,1	5	17	3,3	5	17	3,3	5	17	3,7	6	17	3,7	6	17	3,8	7	19	3,9	8	20	3,9	8	23	3,9	10	25	4,1	10	26	4,2	10	31	4,5	13
P25	4	2,9	0	9	2,9	4	14	3,1	4	15	3,4	4	16	3,6	4	16	3,6	5	16	3,6	5	17	3,6	7	17	3,6	7	19	3,6	8	19	3,7	8	20	4,1	9	21	4,1	9	22	4,1	9	27	4,3	11

Formato diligenciado sobre recolección de semillas de las especies seleccionadas.

Actividad.	Recoleccion de semillas de especies de flora potenciales semilleros							
Tutor.	Ing. Forestal William Diaz							
Responsable.	Tec. Sneyder Moreno Ardila							
Año de registro.	2019							
Lugar de trabajo.	Finca Del Señor Eladio Jerez Sector Lisboa							
Registro.	Registro recolección semillas de Sapan (<i>Clathratropis brunnea</i>)							
Periodo de registro.	Junio de 2019							



Fecha Colecta	Lugar/Predio	Especie	Codigo/Coorde nada	Frutos recolectado s	Frutos bueno s	Frutos dañado s	Frutos por recolecta	Observaciones
03-jun-19	Trigueros	Sapan	CB33	10	10	0	SI	Adicional Se recolecta 30 semillas buenas y 5 regulares en piso
03-jun-19	Trigueros	Sapan	CB48	12	10	0	SI	Adicional Se recolecta 20 semillas buenas y 5 regulares en piso
03-jun-19	Trigueros	Sapan	CB49					Se recolecta 10 semillas buenas y 5 regulares en piso
03-jun-19	Trigueros	Sapan	CB50					Se recolecta 80 semillas buenas y 5 regulares en piso
Totales				22	20	0		

Cabezote inicial del listado de los árboles parentales ubicados en la zona con su ubicación geográfica, proporcionado por Isagen.



CONTRATO No 41/267 2014

Programa de conservación y protección para las especies de flora y fauna endémicas y amenazadas, existentes en las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso

Anexo 1. Sitios de muestreo de flora en el área de influencia directa de las vías sustitutivas del Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.
Fuente: Universidad de Antioquia

Municipio	Localidad	Familia	Especie	Nombre común	Código	Coordenadas	Altitud (msnm)	Cobertura	DAP (cm)	Altura Total (m)
Girón	Finca Cruces	Fabaceae	<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff	Sapán	CB1	07° 05' 45,4" N 73° 22' 25" W	560	Bosque	20,4	11
Girón	Finca Cruces	Fabaceae	<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff	Sapán	CB2	07° 05' 34,5" N 73° 22' 25,5" W	500	Bosque	21,6	18,5
Girón	Finca Cruces	Fabaceae	<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff	Sapán	CB3	07° 05' 33,4" N 73° 22' 25,3" W	490	Bosque	23,2	15
Girón	Finca La Joya	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	CO1	07° 06' 21,4" N 73° 23' 38,2" W	504	Rastrojo alto	59,2	22
Girón	Finca La Joya	Fabaceae	<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff	Sapán	CB4	07° 06' 16,9" N 73° 23' 29,8" W	479	Bosque	12,7	18
Girón	Finca La Joya	Fabaceae	<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff	Sapán	CB5	07° 06' 12,1" N 73° 23' 33,1" W	491	Bosque	18,1	18
Girón	Finca La Joya	Fabaceae	<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff	Sapán	CB6	07° 06' 10,7" N 73° 23' 34" W	485	Bosque	29,3	20
Girón	Finca Capitancito	Fabaceae	<i>Clathrotropis brunnea</i> Amshoff	Sapán	CB7	07° 06' 45,5" N 73° 20' 18,6" W	665	Pasto arbolado	60,3	18
Girón	Finca Capitancito	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	CO2	07° 06' 44" N 73° 20' 18,6" W	660	Pasto arbolado	54,1	13,5
Girón	Finca Trigueros	Lecythidaceae	<i>Lecythis mesophylla</i> S.A. Mori	Coco	LM1	07° 05' 30,9" N 73° 22' 22,8" W	450	Bosque	19,7	14,5

Cronograma de Actividades

[illegible]